

Modulhandbuch

Master

Micro- and Nanotechnologies

Studienordnungsversion: 2008

gültig für das Sommersemester 2020

Erstellt am: 01. Juli 2020

aus der POS Datenbank der TU Ilmenau

Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau

URN: urn:nbn:de:gbv:ilm1-mhb-18330

Bauelemente Simulation und Modellierung		2 1 0				VL	4
Vertiefungsmodul						FP	4
Elektrohydrodynamik und Polymere in Mikrosystemen		2 1 0				PL 30min	4
Festkörperchemie		2 0 1				PL 30min	4
Funktionalisierte Peripherik		2 1 0				PL 30min	4
GHz- u. THz-Elektronik		2 1 0				PL 30min	4
MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)		2 1 0				PL 90min	4
Mikro- und Nanoanalytik		2 1 0				PL 30min	4
Mikro- und nanostrukturierte Gläser		2 1 0				PL 30min	4
Mikro- und Nanosystemtechnik 2		2 1 0				PL 30min	4
Nanokohlenstoff-Materialien		2 1 0				PL 45min	4
Praktikum Oberflächencharakterisierung		0 0 2				SL	2
Rastersondenuntersuchung		1 0 0				SL	2
Softwarepakete der computergestützten Physik		2 1 0				PL 30min	4
Entwicklungsgeschichte		2 1 0				PL 90min	4
Forschungspraktikum						MO	7
Forschungspraktikum		210 h				SL	7
Masterarbeit mit Kolloquium						FP	22
Masterarbeit		570 h				MA 6	19
Masterkolloquium		90 h				PL 30min	3

Modul: Konstruktion

Modulnummer: 5958

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Rene Theska

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Studierende beherrschen die Analyse komplexer technischer Gebilde auf Basis der technischen Darstellung - den Ablauf des konstruktiven Entwicklungsprozesses - Methoden zum systematischen Vorgehen beim Konstruieren und zur Entscheidungsfindung Studierende kennen - Eigenschaften von technischen Produkten und ihre Beschreibung - den Einsatz methodischer und technischer Mittel im Konstruktionsprozess - 2D und 3D CAD-System Studierende sind in der Lage Konstruktionsaufgaben durch methodisches Vorgehen zu lösen und CAD-Systeme anzuwenden

Vorraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

Grundlagen der Produktmodellierung

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 8268 Prüfungsnummer: 2300278

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Christian Weber

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0
Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2312

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																																	

Lernergebnisse / Kompetenzen

Studierende erlernen: • Übersicht über Aufgaben und grundlegende Strategien der Produktentwicklung / Konstruktion gewinnen (Schwerpunkt: mechanische Produkte) • Daraus resultierend: Anforderungen an Produktmodelle / an die Produktmodellierung • Rolle von Skizzen und technischen Zeichnungen (= konventionelle Medien der Produktmodellierung) • Übersicht über digitale Modelle und Modellierverfahren • Überblick über den Aufbau, die Leistungsfähigkeit, aber auch die Grenzen von (dreidimensionalen) CAD-Systemen • Einblick in aktuelle Fragen der Systemintegration

Vorkenntnisse

Inhalt

1 Gegenstand und Aufgaben der Produktentwicklung / Konstruktion 2 Darstellung der Ergebnisse aus Produktentwicklung / Konstruktion mit konventionellen Mitteln (Kurzeinführung Technisches Zeichnen) 3 Aufbau und Beschreibungsebenen technischer Produkte 4 Digitale Produktmodelle und Produktmodellierung (CAD) 5 Entwurfs-/ Modelliertechniken mit CAD 6 CAx-Systemintegration, Datenaustausch, Schnittstellen

Medienformen

Vorlesungen und Seminare unter Nutzung von PowerPoint-Präsentationen (teilweise animiert) und Folien

Literatur

Hoischen, H.; Hesser, W.: Technisches Zeichnen (32. Aufl.). Cornelsen Verlag, Berlin 2009. Labisch, S.; Weber, C.: Technisches Zeichnen (3. Aufl.). Vieweg-Verlag, Wiesbaden 2007. Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Pahl/Beitz – Konstruktionslehre (7. Aufl.). Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2007. Krause, W. (Hrsg.): Grundlagen der Konstruktion (7. Aufl.). Fachbuch-Verlag, Leipzig 2002. Krause, W. (Hrsg.): Gerätekonstruktion in Feinwerktechnik und Elektronik (3. Aufl.). Hanser-Verlag, München 2000. Krause, W. (Hrsg.): Konstruktionselemente der Feinmechanik (3. Aufl.). Hanser-Verlag, München 2004. Vajna, S.; Weber, C.; Zeman, K.; Bley, H.: CAx für Ingenieure (2. Aufl.). Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2009. Spur, G.; Krause, F.-L.: Das virtuelle Produkt. Hanser-Verlag, München 1998. Inventor 2009 Grundlagen (1. Aufl.) RRZN Universität Hannover 2009 Vorlesungsfolien und Arbeitsblätter werden auf der Homepage des Fachgebietes Konstruktionstechnik zur Verfügung gestellt.

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Medientechnologie 2009
Master Micro- and Nanotechnologies 2008

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Konstruktion



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Mechanisch-optische Funktionsgruppen 1

Fachabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5959

Prüfungsnummer: 230130

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Rene Theska

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0																		
Fakultät für Maschinenbau			Fachgebiet: 2363																		
SWS nach Fach- semester	1.FS		2.FS		3.FS		4.FS		5.FS		6.FS		7.FS		8.FS		9.FS		10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, konstruktive Probleme für die Entwicklung mechanisch-optischer Baugruppen in Geräten selbstständig zu lösen. Sie werden in die Lage versetzt, erworbenes Wissen auf den Gebiet der Optik und Feinwerktechnik konstruktiv umzusetzen.

Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in geometrischer Optik

Inhalt

Spiegel, Spiegelsysteme und Spiegelprismen Objektive Zusammengesetzte Systeme Unschädliche Kippachsen Instrumente der Fluchtungs- und Richtungsprüfung Innozente und invariante Anordnungen

Medienformen

Folien, Tafelbild, Anschauungsobjekte, Arbeitsblätter

Literatur

H. Haferkorn, Optik: physikalisch-technische Grundlagen und Anwendungen, 4., bearb. und erw. Aufl., Weinheim, Wiley-VCH, 2003. A. König und H. Köhler, Die Fernrohre und Entfernungsmesser, 3., völlig neu bearb. Aufl., Berlin [u.a.], Springer, 1959.

Detailangaben zum Abschluss

Beleg (50%) + Klausur in letzter Vorlesung (50%)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Maschinenbau 2013
Master Maschinenbau 2009
Master Maschinenbau 2011
Master Maschinenbau 2014
Master Micro- and Nanotechnologies 2008
Master Optische Systemtechnik/Optronik 2014
Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017
Master Optronik 2008
Master Optronik 2010
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung MB
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung MB
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung MB

Werkstofforientierte Konstruktion 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6622 Prüfungsnummer: 2300375

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Christian Weber

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Maschinenbau		Fachgebiet: 2312	

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			

Lernergebnisse / Kompetenzen

Studierende

- sind in der Lage, Skizzen und Zeichnungen zu lesen und zu interpretieren,
- können Einzelteile in Form von Handskizzen eindeutig darstellen,
- kennen verschiedene Arten von Maschinenelementen, die Spannungszustände an Maschinenelementen und deren Berechnung,
- beherrschen die Methoden der Festigkeitsberechnung für einfache Maschinenelemente und deren Verbindungen und
 - sind in der Lage, gemäß der Belastungsart geeignete Berechnungsmethoden auszuwählen und die Elemente zu dimensionieren bzw. nachzurechnen.

Die Beherrschung der Grundregeln der Technischen Darstellungslehre sind Voraussetzung für den Erwerb aller anderen Kompetenzen des Faches sowie des folgenden Faches Werkstofforientierte Konstruktion 2. Diese kann nur nachhaltig erworben werden, wenn der/die Studierende selbst das Darstellen von technischen Produkten an Beispielen einübt. Deswegen wird zum Themengebiet Technische Darstellungslehre eine unbenotete Studienleistung aufgrund von Seminarbelegen erworben.

Das Themengebiet Maschinenelemente, das Kenntnisse aus der Technischen Darstellungslehre voraussetzt, ist Thema der 90-minütigen Klausur.

Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in:

- Technische Mechanik
- Werkstofftechnik
- Fertigungstechnik

Inhalt

1. Technische Darstellungslehre/Technisches Zeichnen:

- Grundregeln
- Projektionen
- Besondere Symboldarstellungen
- Maßeintragung
- Toleranzen und Passungen

2. Ausgewählte Maschinenelemente und zugehörige Methoden:

- Grundlagen des Entwurfs von Maschinenelementen
- Anforderungen, Grundbeanspruchungsarten und deren Berechnung; Werkstoffauswahl
- Gestaltung und Berechnung von Verbindungen: Lötten, Kleben Stiftverbindungen, Passfedern, Schrauben, Klemmungen
 - Federn: Arten, Dimensionierung ausgewählter Federarten
 - Achsen und Wellen: Dimensionierung und Gestaltung
 - Lagerungen: Übersicht, Wälzlagerauswahl
 - Getriebe: Übersicht

Medienformen

Vorlesung wird per Tele-Teaching an die FSU Jena übertragen
Übungen finden getrennt an TU Ilmenau und FSU Jena statt
PowerPoint-Präsentationen; Foliensammlungen; Arbeitsblätter, Tafelbild

Literatur

- Fritz, A.; Hoischen, H.: Technisches Zeichnen (36. Aufl.). Cornelsen, Berlin 2018
- Labisch, S.; Wählich, G.: Technisches Zeichnen (5. Aufl.). Springer-Vieweg, Wiesbaden 2017
- Steinhilper, W.; Sauer, B. (Hrsg.): Konstruktionselemente des Maschinenbaus. Springer, Berlin
- Roloff/Matek – Maschinenelemente. Vieweg + Teubner, Wiesbaden
- Decker – Maschinenelemente. Hanser, München
- Niemann – Maschinenelemente. Springer, Berlin
- Rieg, F.; Kaczmarek, M. (Hrsg.): Taschenbuch der Maschinenelemente. Hanser, München-Wien 2006
- Schaeffler Technologies (Hrsg.): Technisches Taschenbuch (3. Aufl.). Schaeffler, Herzogenaurach 2017
- Foliensammlung und Lehrblätter des Fachgebietes Konstruktionstechnik
- Lehrblätter und Aufgabensammlung des Fachgebietes Maschinenelemente
- Foliensammlung, Lehr-/Arbeitsblätter, Aufgabensammlung auf den Homepages der beteiligten Fachgebiete (Konstruktionstechnik, Maschinenelemente)

Detailangaben zum Abschluss

- 1 Haus-Beleg Technische Darstellungslehre (unbenotet)
- Klausur (90 Minuten)

Die Prüfungsleistung ist bestanden, wenn alle ihr zugeordneten Leistungen (1 PL + 1 SL) bestanden sind.

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2009
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2011
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2013
Master Micro- and Nanotechnologies 2008
Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Werkstofforientierte Konstruktion 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 120 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 7973

Prüfungsnummer: 2300311

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Christian Weber

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0							
Fakultät für Maschinenbau		Fachgebiet: 2312								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester										

Lernergebnisse / Kompetenzen

Studierende beherrschen:

- die Analyse technischer Gebilde geringer Komplexität auf Basis der technischen Darstellung, Ermittlung ihrer Gesamtfunktion, Teilfunktionen Lösungsprinzipie mit Kopplungen
- Gestaltungsrichtlinien für Bauteile/Baugruppen, die mit den Fertigungsverfahren Gießen, Pressen, Spanen, Schneiden und Biegen, Schmieden, Schweißen und Montieren hergestellt werden, samt zugehörigen Werkstoffen

Studierende kennen:

- systematische Arbeitsweise bei der Analyse und Synthese technischer Systeme
- konstruktive Anforderungen für die o.g. Fertigungsverfahren und Werkstoffe

Studierende sind in der Lage:

- Zeichnungen zu interpretieren, Vorschläge zur fertigungs- und werkstofforientierten Gestaltung zu unterbreiten
- Einzelteile in Form von Handskizzen eindeutig darzustellen sowie die Fertigungs- und Werkstoffgerechtheit einzuschätzen

Wie in allen Fächern auf dem Gebiet Produktentwicklung/Konstruktion erfordert der Erwerb der oben genannten Kompetenzen, dass der/die Studierende an Beispielen selbst den Herausforderungen (erhebliche Gestaltungsspielräume, aber auch vielfältige Restriktionen) der Produktentwicklung ausgesetzt ist. Deswegen besteht die Abschlussleistung neben der Klausur aus einem Hausbeleg (unbenotet), in dem die systematische Analyse technischer Produkte/Systeme eingeübt wird, sowie aus 3 Seminarbelegen (benotet, Bonuspunkte), in denen an Beispielen das fertigungs- und werkstoffgerechte (Um-) Gestalten von Entwürfen bearbeitet wird.

Vorkenntnisse

Kenntnisse in:

- Technische Darstellungslehre
- Technische Mechanik
- Werkstofftechnik
- Fertigungstechnik

Inhalt

- Grundlagen der Konstruktion: Aufbau und Beschreibung technischer Gebilde
- Grundlagen des Gestaltens
- Gestaltungsrichtlinien zum fertigungs- und werkstofforientierten Konstruieren für die Fertigungsverfahren Gießen, Pressen, Spanen, Schmieden, Schweißen und Montieren
- Anfertigen von Seminarbelegen in Form von Handzeichnungen zur werkstofforientierten Gestaltung von Einzelteilen

Medienformen

Vorlesung wird per Tele-Teaching an die FSU Jena übertragen

Übungen finden getrennt an TU Ilmenau und FSU Jena statt

PowerPoint-Präsentationen; Foliensammlungen; Arbeitsblätter, Tafelbild

Literatur

- Krause, W. (Hrsg.): Grundlagen der Konstruktion (9. Aufl.). Hanser, München 2012
- Krause, W. (Hrsg.): Gerätekonstruktion in Feinwerktechnik und Elektronik (3. Aufl.). Hanser, München 2000
- Krause, W. (Hrsg.): Konstruktionselemente der Feinmechanik (3. Aufl.). Hanser, München 2004
- Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Pahl/Beitz – Konstruktionslehre (8. Aufl.). Springer, Berlin-Heidelberg 2013
- Spur, G., et al. (Hrsg.): Handbuch Fertigungstechnik in 5 Bänden (2., vollständig neu bearbeitete Auflage). Hanser, München 2016
- Bode, E.: Konstruktionsatlas – Werkstoffgerechtes Konstruieren / Verfahrensgerechtes Konstruieren. Springer-Vieweg, Wiesbaden 1996
- Vorlesungsfolien und Lehr-/Arbeitsblätter auf der Homepage des Fachgebietes Konstruktionstechnik

Detailangaben zum Abschluss

- Hausbeleg (unbenotet)
- 3 Seminarbelege (benotet, Bonuspunkte), Jeder einzelne Beleg muss bestanden werden.
- Klausur (90 min)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2009

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2011

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2013

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Modul: Werkstoffe

Modulnummer: 5985

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Peter Schaaf

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Die Studenten werden mit den Grundlagen der Werkstoffe für Anwendungen in der Mikro- und Nanotechnologie vertraut gemacht. Zum einen werden Funktionswerkstoffe für die Elektrotechnik und Elektronik und Wandlerwerkstoffe für die Sensorik und Aktorik behandelt. Die Studierenden sind in der Lage, mechanische und funktionale Eigenschaften der Werkstoffe aus ihren mikroskopischen und submikroskopischen Aufbauprinzipien zu erklären und Eigenschaftsveränderungen gezielt zu analysieren, zu bewerten und für neue Anwendungen zu synthetisieren. Zum anderen wird das Werkstoffdesign für die vielseitigen Anwendungen im Bereich der Mikro- und Nanotechnologien behandelt. Die Studierenden sind in der Lage, nach Analyse und Bewertung mechanischer und funktionaler Anforderungen an die Eigenschaften der Werkstoffe im Mikro- und Nanometerbereich gezielt an den geforderten Einsatz der Werkstoffe angepasste Werkstoffe auszuwählen, zu designen, die Herstellungsprozesse vorzuschlagen und schließlich solche Werkstoffe herzustellen. Die Studenten sind in der Lage, die werkstoffbezogenen Probleme bei der Fertigung von Mikro- und Nanosystemen im Systemzusammenhang zu analysieren und alle für die Mikro- und Nanotechnologie relevanten Materialklassen bezüglich ihrer physikalischen und technischen Parameter einzuschätzen sowie entsprechend der Systemanforderungen und einer optimalen Technologiegestaltung zu Einsatz zu bringen.

Vorraussetzungen für die Teilnahme

Grundlagenwissen auf Bachelorniveau für Werkstoffe, Physik, Chemie.

Detaillangaben zum Abschluss

Funktionswerkstoffe

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1365

Prüfungsnummer: 2100198

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Schaaf

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2172							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester	2 2 0									

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, mechanische und funktionale Eigenschaften der Werkstoffe aus ihren mikroskopischen und submikroskopischen Aufbauprinzipien zu erklären und Eigenschaftsveränderungen gezielt zu analysieren, zu bewerten und für neue Anwendungen zu synthetisieren. Das Fach vermittelt 30 % Fachkompetenz, 40 % Methodenkompetenz, 30 % Systemkompetenz.

Vorkenntnisse

Grundlagen der Werkstoffwissenschaft

Inhalt

Dozent: apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Lothar Spieß

Inhalt:

1. Einführung: Feinstruktur-Gefüge-Eigenschaftsbeziehung
2. Werkstoffe mit besonderer atomarer und struktureller Ordnung:

- Einkristalle (Beispiele: Si, Quarz)
- Amorphe Halbleiter
- Flüssigkristalle
- Kohlenstoffwerkstoffe
- Synthetische Metalle (Interkalation)
- Kristalle unter Druck
- Festigkeitssteigerung

3. Dünnschichtzustand

- Keimbildung und Wachstum / Strukturzonenmodelle
- Diffusion / Elektromigration
- Elektrische, magnetische und optische Eigenschaften

4. Kabel und Leitungen

- Rundleiter / Sektorenleiter
- Flächenleiter
- Supraleiter
- Lichtwellenleiter

5. Wandlerwerkstoffe (Sensorwerkstoffe)

- Mechanisch – elektrisch
- Thermisch – elektrisch
- Magnetisch – elektrisch
- Optisch – elektrisch
- Myo – elektrisch

6. Werkstoffe der Vakuumtechnik

7. Grundlagen und Einsatz analytischer und ultramikroskopischer Verfahren in der Werkstoffdiagnostik:

- TEM,
- REM,
- AFM/ RTM,

- XRD

Medienformen

Präsentationsfolien; Skript in Vorbereitung

Literatur

1. Werkstoffwissenschaft (hrsg. von W. Schatt und H. Worch).- 8. Aufl., - Stuttgart: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1996
2. Schaumburg, H.: Werkstoffe. – Stuttgart: Teubner, 1990
3. Askeland, D. R.: Materialwissenschaften: Grundlagen, Übungen, Lösungen. – Heidelberg; Berlin; Oxford: Spektrum, Akad. Verlag, 1996
4. Funktionswerkstoffe der Elektrotechnik und Elektronik (hrsg. von K. Nitzsche und H.-J. Ullrich). – 2. stark überarb. Aufl. – Leipzig; Stuttgart: Dt. Verlag für Grundstoffindustrie, 1993
5. Bergmann, W.: Werkstofftechnik, – Teil 1: Grundlagen. – 2., durchges. Aufl. – München; Wien: Hanser, 1989
6. Bergmann, W.: Werkstofftechnik, - Teil 2: Anwendung. – München; Wien: Hanser, 1987
7. Fasching, G.: Werkstoffe für die Elektrotechnik: Mikrophysik, Struktur, Eigenschaften. – 3., verb. und erw. Aufl. – Wien; York: Springer, 1994
8. Göbel, W.; Ziegler, Ch.: Einführung in die Materialwissenschaften: physikalisch-chemische Grundlagen und Anwendungen. – Stuttgart; Leipzig: Teubner, 1996
9. Hilleringmann, U.: Silizium- Halbleitertechnologie.- 3. Aufl.: Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden: B.G. Teubner, 2002
10. Magnettechnik. Grundlagen und Anwendungen (hrsg. von L. Michalowsky). – 2., verb. Aufl. – Leipzig; Köln: Fachbuchverl., 1995

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008
 Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET
 Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung ET
 Master Biotechnische Chemie 2016
 Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung EWT
 Master Micro- and Nanotechnologies 2008
 Master Micro- and Nanotechnologies 2013
 Master Micro- and Nanotechnologies 2016
 Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009
 Master Werkstoffwissenschaft 2010
 Master Werkstoffwissenschaft 2011
 Master Werkstoffwissenschaft 2013
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ET
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ET
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ET

Werkstoffdesign für Nanotechniken

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1368

Prüfungsnummer: 2100056

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Schaaf

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0																		
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2172																		
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS											
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	2	0	0																		

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, nach Analyse und Bewertung mechanischer und funktionaler Eigenschaften der Werkstoffe im Mikro- und Nanometerbereich gezielt an den geforderten Einsatz der Werkstoffe angepasste Werkstoffe zu synthetisieren. Das Fach vermittelt 30 % Fachkompetenz, 30 % Methodenkompetenz, 40 % Systemkompetenz.

Vorkenntnisse

Fächer Werkstoffe und Funktionswerkstoffe

Inhalt

1. Entropieeffizienz und Nachhaltigkeit • Werkstoffauswahl (Ansatz nach Ashby) • Materialkreislauf 2. Makroskopische Prinzipien • Legierungsbildung • Kompositprinzip • Oberflächenmodifikation 3. Mesoskopische Prinzipien • Werkstoffgesetze und Werkstoffdesign • Top-Dow-Prinzip • Bottom-up-Prinzip 4. Mikroskopische Prinzipien • Templatverfahren • Selbstorganisationsprozesse

Medienformen

Präsentationsfolien und Skript

Literatur

o Hornbogen, E.: Werkstoffe. Aufbau und Eigenschaften von Keramik-, Metall-, Polymer- und Verbundwerkstoffen.- 7., neu bearb. und ergänzte Aufl.- Heidelberg u. a.: Springer, 2002 o Frühauf, J.: Werkstoffe der Mikrotechnik.- Leipzig: Fachbuchverlag, 2005 o Köhler, M.: Nanotechnologie.- Weinheim u. a.: Wiley-VCH, 2001 o Menz, W.; Mohr, J.: Mikrosystemtechnik für Ingenieure. – 2., erw. Aufl. – Weinheim; New York; Basel; Cambridge; VCH, 1997 o Hofmann, H., Spindler, J.: Verfahren der Oberflächentechnik: Grundlagen – Vorbehandlung – Beschichtung – Oberflächenreaktionen – Prüfung.- Leipzig: Fachbuchverlag, 2004 o Shackelford, J. F.: Werkstofftechnologie für Ingenieure: Grundlagen – Prozesse – Anwendungen.- München u. a.: Pearson Studium, 2005

Detaillangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008
 Master Micro- and Nanotechnologies 2008
 Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Modul: Nanodiagnostik

Modulnummer: 6005

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Stefan Krischok

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Die Studenten lernen moderne Methoden der Nanodiagnostik. Darüber hinaus werden sie in die Lage versetzt, einige dieser Methoden auf konkrete Fragestellungen anzuwenden und die für auftretende konkrete Fragestellungen in der Nanodiagnostik jeweils am besten geeignete Technik auszuwählen. Die erlernten Fähigkeiten umfassen sowohl die Durchführung von Untersuchungen als auch, basierend auf den erlernten physikalischen Grundlagen, die anschließende Auswertung der erhaltenen Daten. Das Modul ist eng mit den Fächern Rastersondenuntersuchungen und Praktikum zur Oberflächencharakterisierung aus dem Vertiefungsmodul gekoppelt.

Vorraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

Nanodiagnostik-Praktikum und Seminar

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6008

Prüfungsnummer: 2400226

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Stefan Krischok

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 38	SWS: 2.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2422

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							0	1	1																					

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten erlernen die Anwendung der im Fach Spektroskopische Diagnosemethoden behandelten Untersuchungsmethoden. Die erlernten Fähigkeiten umfassen sowohl die Durchführung von Untersuchungen als auch, basierend auf den erlernten physikalischen Grundlagen, die anschließende Auswertung und die Diskussion der erhaltenen Daten

Vorkenntnisse

Bachelor Technik / Physik

Inhalt

Durchführung und Bericht/Diskussion über die verschiedenen Untersuchungsmethoden: - XPS, UPS LEED, RHEED, AES, XAES - PEEM, EELS, HREELS, Infrarot-Spektroskopie, Raman-Spektroskopie - EXAFS, NEXAFS, SEXAFS - RBS, EDX, Massenspektrometrie, TDS, Kelvinprobe Das Nanodiagnostik-Praktikum beinhaltet das Praktikum zu Strukturuntersuchungen (PD Dr. L. Spieß). Im Praktikum zur Oberflächencharakterisierung werden zusätzliche Praktikumsversuche zur Nanodiagnostik durchgeführt.

Medienformen

Praktikum: Versuchsanleitungen Seminar: Powerpoint-Präsentation

Literatur

Versuchsanleitungen, diverse Literatur zu den Untersuchungsmethoden

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Master Micro- and Nanotechnologies 2016

Spektroskopische Diagnosemethoden

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 6007

Prüfungsnummer: 2400232

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Stefan Krischok

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0																								
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2422																								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																											

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten lernen moderne Methoden der Nanodiagnostik. Darüber hinaus werden sie in die Lage versetzt, einige dieser Methoden auf konkrete Fragestellungen anzuwenden und die für die konkrete Fragestellung in der Nanodiagnostik jeweils am besten geeignete Technik auszuwählen

Vorkenntnisse

Bachelor Technik / Physik

Inhalt

Methoden der Nanodiagnostik: - XPS, UPS LEED, RHEED, AES, XAES - PEEM, EELS, HREELS, Infrarot-Spektroskopie, Raman-Spektroskopie - EXAFS, NEXAFS, SEXAFS - BS, EDX, Massenspektrometrie, TDS, Kelvinprobe

Medienformen

Vorlesung mit Powerpoint-Präsentation

Literatur

Versuchsanleitungen, Literatur wie im Fach Spektroskopische Diagnosemethoden

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Micro- and Nanotechnologies 2008
- Master Micro- and Nanotechnologies 2013
- Master Micro- and Nanotechnologies 2016
- Master Regenerative Energietechnik 2016

Strukturuntersuchungsmethoden

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich

Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6006

Prüfungsnummer: 2400225

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Stefan Krischok

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0																			
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2422																			
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS												
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	
semester																						
			2	0	0																	

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten erhalten in der Vorlesung Anleitungen, um komplexe strukturanalytische Probleme lösen zu können. Sie sind in der Lage, die für das jeweilige Problem geeigneten Methoden auszuwählen und mit jeweils bester Auflösung anzuwenden. Die Studenten kennen die Vor- und Nachteile der vorgestellten Analysemethoden und können daraus entsprechende Schlussfolgerungen für den sinnvollen Einsatz dieser Methoden ziehen

Vorkenntnisse

Bachelor Technik / Physik

Inhalt

Methoden der Strukturuntersuchung: - Erzeugung und Nachweis von Röntgenstrahlung, Detektoren für Strahlung - Beugung am Kristallgitter - Methoden der Röntgenbeugung zur Struktur- und Materialanalytik - Hochauflösende Röntgenbeugung - Schichtuntersuchung mittels Röntgenbeugung - Mikroröntgendiffraktometrie - Aufbau und Methoden der Transmissionselektronenmikroskopie - Komplexanalyse von Werkstoffen mit diesen Verfahren

Medienformen

Vorlesung mit teilweiser Powerpointunterstützung inklusive Demonstration von Bedienungen/Auswertungen als kurzer Videosequenz

Literatur

Lehrbuch Moderne Röntgenbeugung Aktuelle Bücher der Röntgenbeugung, Elektronen-, Rastersonden- und Lichtmikroskopie, Zeitschrift Microscopy Analysis H. Lüth: Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films (Springer); 2001 M. Henzler, W. Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers (Teubner); 1994 A. Zangwill: Physics at Surfaces (Cambridge); 1988 R.J. MacDonald, E.C. Taglauer, K.R. Wandelt (Eds.): Surface Science (Springer) sowie aktuelle Veröffentlichungen.

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Modul: Nanomaterialien

Modulnummer: 5963

Modulverantwortlich: apl. Prof. Dr. Uwe Ritter

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Die Studierenden sollen in der Lage sein, aufgrund der erworbenen Kenntnisse über Werkstoffe der Mikro- und Nanotechnologie und von nanostrukturierten Materialien die Eigenschaften von Werkstoffen aus ihrer chemischen Zusammensetzung abzuleiten bzw. die Verbindung zwischen mikroskopischen und makroskopischen Eigenschaften zu analysieren und zu bewerten. Im Materialpraktikum müssen chemische, physikalische und werkstoffwissenschaftliche Kenntnisse als fachübergreifendes Kenntnisse angewendet werden.

Vorraussetzungen für die Teilnahme

keine

Detailangaben zum Abschluss

keine

Materialpraktikum

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 5965

Prüfungsnummer: 2400228

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Scharff

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 38	SWS: 2.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2425

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				0	0	2																											

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, materialwissenschaftlich relevante Experimente durchzuführen, zu analysieren und im entsprechenden Zusammenhang zu bewerten. Die vorhandenen Sachkenntnisse sollen zur Entwicklung neuer und komplexerer nanostrukturierter Materialien befähigen.

Vorkenntnisse

Grundkenntnisse vom Aufbau der Materie, Werkstoffen und Nanotechnologie

Inhalt

Experimente: Glasschmelze; Optische Kenndaten von Glas; Elektrische Eigenschaften von Glas; Zyklische Voltametrie; Charakterisierung technischer Kohlenstoffe (Exkursion); Thermische Charakterisierung von Polymeren; Kristallisation; Dielektrische Relaxation.

Medienformen

Studentenexperimente

Literatur

Aktuelle Literatur, Praktikumsanleitungen

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Micro- and Nanotechnologies 2008
- Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Mikro- und Nanomaterialien für die Elektronik und Sensorik

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5964

Prüfungsnummer: 2400227

Fachverantwortlich: apl. Prof. Dr. Uwe Ritter

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2425

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	0	0																											

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse zu fundamentalen Eigenschaften niedrigdimensionaler Materialsysteme, zu Skalierungsgesetzen und zu Anwendungen neuartiger Funktionalitäten mikro- und nanostrukturierter Materialien.

Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

Inhalt

Die Vorlesung beinhaltet folgende Schwerpunkte: Skalierungsgesetze Definition der mikro- und nanostrukturierten Materialien 0-, 1-, 2- und 3-dimensionale Nano- und Mikromaterialien (Ausgewählte Beispiele: Quantenpunkte und ζ -drähte, poröse Materialien, mesoskopische magnetische Materialien, Metallkluster, photonische Kristalle) Aufbau von Nanoarchitekturen Nano-elektromechanische Strukturen

Medienformen

Vorlesungen, Folien, Beamer

Literatur

Vorlesungsskript auf der web Seite: http://www.tu-ilmenau.de/site/fke_nano/Vorlesungen Nanophysik und Nanotechnologie Horst-Günter Rubahn 2002 Teubner GmbH ISBN 3-519-00331-7 Nanophysics and Nanotechnology Edward L. Wolf 2004 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co ISBN 3-527-40407-4

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Chemie der nanostrukturierten Materialien

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5966

Prüfungsnummer: 2400229

Fachverantwortlich: apl. Prof. Dr. Uwe Ritter

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0																			
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2425																			
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS												
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	
semester																						

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sollen in der Lage sein, aufgrund der erworbenen Kenntnisse über nanostrukturierte Materialien und deren Einsatzfelder die Anwendung der Materialien zu bewerten und ihre Vor- und Nachteile zu analysieren. Eigenschaften von nanostrukturierten Materialien aus ihrer chemischen Zusammensetzung abzuleiten bzw. eine Verbindung zwischen mikroskopischen und makroskopischen Eigenschaften herzustellen.

Vorkenntnisse

Grundkenntnisse vom Aufbau der Materie, Werkstoffen und Nanotechnologie

Inhalt

Grundlagen Festkörperchemie; Chemische Synthese von Nanomaterialien und Vorstufen; Einführung in Kohlenstoffnanomaterialien, Synthese und Anwendung von organischen und anorganischen Nanotubes; Synthese, Charakterisierung und Anwendung von Nanodrähten; Organische polymere Nanomaterialien

Medienformen

Tafel, Transparent-Folien, Beamer-Präsentation, Video-Filme, Manuskript

Literatur

Aktuelle Literatur

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Modul: Mikro- und Nanotechnologiepraktikum

Modulnummer: 5973

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Heiko Jacobs

Modulabschluss:

Lernergebnisse

Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte mikro- und nanoelektronische sowie mikromechanische Bauelemente herzustellen. Die Studenten besitzen die Fachkompetenz um Technologieabläufe zur Herstellung von Halbleiterbauelementen zu planen und durchzuführen. Sie besitzen die Fachkompetenz Bauelemente zu charakterisieren und Fehlfunktionen zu identifizieren.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

Mikro- und Nanotechnologiepraktikum

Fachabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 5974

Prüfungsnummer: 2100199

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Heiko Jacobs

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 56	SWS: 3.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2142							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester	0 0 3									

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte mikro- und nanoelektronische sowie mikromechanische Bauelemente herzustellen. Die Studenten besitzen die Fachkompetenz um Technologieabläufe zur Herstellung von Halbleiterbauelementen zu planen und durchzuführen. Sie besitzen die Fachkompetenz Bauelemente zu charakterisieren und Fehlfunktionen zu identifizieren.

Vorkenntnisse

Mikro- und Halbleitertechnologie / Mikrotechnik I

Inhalt

Es werden praktische Fähigkeiten vermittelt, die es ermöglichen, die einzelnen Prozessschritte in der Mikro- und Halbleitertechnologie hinsichtlich der physikalischen, chemischen und anlagentechnischen Grundlagen und ihrer Anwendbarkeit zu analysieren und zu bewerten. Das Praktikum gibt eine Vertiefung in die physikalischen, chemischen und anlagentechnischen Grundlagen der Einzelprozesse, die bei der Herstellung von Sensoren, Halbleiterbauelementen, integrierten Schaltkreisen, Sensor- und Mikrosystemen Verwendung finden. Dies wird am Beispiel einer geschlossenen Prozessierung eines Halbleiterbauelementes vermittelt. Entwurf einfacher elektronischer und mikromechanischer Bauelemente, Definition der Prozesskette, Durchführung der Einzelverfahren, Charakterisierung der Bauelemente

Praktikumsverantwortlicher: M. Sc. Leslie Schlag

Liebe Studierende, zwecks Planung der Praktika melden Sie sich bitte an leslie.schlag@tu-ilmenau.de

Medienformen

Technologiepraktikum

Literatur

Nanoelectronics and Information Technology Rainer Waser (Ed.) 2003 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co ISBN 3-527-40363-9 Fundamentals of microfabrication M. Madou

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008
Master Micro- and Nanotechnologies 2013
Master Regenerative Energietechnik 2011
Master Regenerative Energietechnik 2013
Master Technische Physik 2008
Master Technische Physik 2011
Master Technische Physik 2013
Master Werkstoffwissenschaft 2010
Master Werkstoffwissenschaft 2011

Modul: Mess- und Regelungstechnik

Modulnummer: 5986

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Fröhlich

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Die Studierenden sind fähig die Gebiete Mess- und Sensortechnik, Informationsverarbeitung und Aktorik unter dem Aspekt dynamischer Prozesse im Rahmen der Automatisierungs- und Systemtechnik zu verstehen. Die Studierenden können diese unterschiedlichen Gebiete sowohl separat als auch im automatisierungstechnischen Zusammenspiel systemtheoretisch analysieren und mathematisch beschreiben.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Abgeschlossenes naturwissenschaftlich-technisches Bachelorstudium

Detailangaben zum Abschluss

Nano- und Lasermesstechnik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 413

Prüfungsnummer: 2300116

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Eberhard Manske

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0																		
Fakultät für Maschinenbau		Fachgebiet: 2371																			
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS											
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	2	0	1																		

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden überblicken die Messprinzipien, Messverfahren und Messgeräte der Nanometer-Längen- und -Oberflächenmesstechnik hinsichtlich Aufbau, Funktion und Eigenschaften der Geräte und Verfahren, mathematischer Beschreibung als Grundlage der Messunsicherheitsanalyse, Anwendungsbereiche und Kosten. Die Studierenden können in bestehenden Messanordnungen die eingesetzten Prinzipien erkennen und entsprechend bewerten.

Die Studierenden sind fähig, entsprechende Messaufgaben in der Nano- und Lasermesstechnik zu analysieren, geeignete, insbesondere moderne laserbasierte Messverfahren zur Lösung der Messaufgaben auszuwählen und anhand des Unsicherheitsbudgets die messtechnischen Eigenschaften zu bewerten.

Mit der Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden zu etwa 60% Fachkompetenz. Die verbleibenden 40% verteilen sich mit variierenden Anteilen auf Methoden-, System- und Sozialkompetenz. Im Praktikum arbeiten die Studierenden selbständig und systematisch an den Praktikumsaufgaben und nutzen in der Vorbereitungsphase Möglichkeiten zur Konsultation bei den Praktikumsassistenten oder die studentische horizontale (matrikelinterne) oder vertikale (matrikelübergreifende) Kommunikation um ergänzende Informationen über die messtechnischen Zusammenhänge in den Versuchen zu erhalten. Sozialkompetenz erwächst aus praktischen Beispielen in den Lehrveranstaltungen und der gemeinsamen Laborarbeit.

Vorkenntnisse

Bachelor einer technischen oder naturwissenschaftlichen Fachrichtung

Inhalt

Funktion und Einsatz von laserinterferometrischen Sensoren in der Präzisionsmesstechnik, Laserlichtquellen, He-Ne-Laser, Verstärkungskurve, Stabilisierung, Interferometerklassierung, Homodyn- und Heterodyn-Interferometer, System interferenzoptischer Sensoren, Design und messtechnische Anwendung von Miniatur-Interferometern, integriert-optische Interferometer, Polarisationsoptische Interferometer, Planspiegel-Interferometer, 3D-Messung und -Positionierung, Nanomessmaschine, Grundlagen der Oberflächenmesssysteme, Autofocus, Laserlichtschnitt, Aufbau und Funktion von STM / AFM, AFM mit 3D-Interferometermesssystem.

Medienformen

Nutzung *.ppt oder Folien je nach Raumausstattung;

Literatur

Aktuelles Literaturverzeichnis ist Bestandteil der Arbeitsblätter

tm - Technisches Messen Vol. 76, No. 5, 05/2009

International Conference on Precision Measurement (ICPM2008) Part 1: Nanomeasuring and Nanopositioning Technology

Tilo Pfeifer. Fertigungsmeßtechnik. Oldenburg. 2001
ISBN 3-486-25712-9

Nanoscale Calibration, Standards and Methods - Dimensional and Related Measurements in the Micro- and Nanometer Range; Wiley-VHC Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Edition: Wilkening, Günter; Koenders, Ludger; 2005

ISBN 3-527-40502-X

K. Hasche, W. Mirande, G. Wilkening (Eds.) 2001 PTB-F-39: Proceedings of the 4th Seminar on Quantitative Microscopy QM 2000 Wirtschaftsverlag NW
ISBN 3-89701-503-X

Th. Kleine-Besten 2001 PTB-F-41: Messung dreidimensionaler Mikrostrukturen Wirtschaftsverlag NW ISBN 3-89701-698-2

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013

Master Biotechnische Chemie 2016

Master Mechatronik 2008

Master Mechatronik 2014

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

Master Optische Systemtechnik/Optronik 2014

Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017

Master Optronik 2008

Master Optronik 2010

Prozessmess- und Sensortechnik MNT

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5989

Prüfungsnummer: 2300281

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Fröhlich

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0							
Fakultät für Maschinenbau		Fachgebiet: 2372								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester	2 1 0									

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können sich in der metrologischen Begriffswelt bewegen und kennen die mit der Metrologie verbundenen Wechselwirkungen in Wirtschaft und Gesellschaft.

Im Gebiet der Mess- und Automatisierungstechnik überblicken die Studierenden die Messverfahren der Längenmesstechnik, Spannungs-, Dehnungs- und Kraftmesstechnik, Trägheitsmesstechnik, Druckmesstechnik, Durchflussmesstechnik und Temperaturmesstechnik hinsichtlich ihrer Funktion, Eigenschaften, mathematischen Beschreibung für statisches und dynamisches Verhalten, Anwendungsbereich und Kosten.

Die Studierenden können in bestehenden Messanordnungen die eingesetzten Prinzipien erkennen und bewerten. Die Studierenden sind fähig, Aufgaben der elektrischen Messung nichtelektrischer Größen zu analysieren, geeignete Messverfahren zur Lösung der Messaufgaben auszuwählen, Quellen von Messabweichungen zu erkennen und den Weg der Ermittlung der Messunsicherheit mathematisch zu formulieren und bis zum vollständigen Messergebnis zu gehen.

Mit der Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden zu etwa 60% Fachkompetenz. Die verbleibenden 40% verteilen sich mit variierenden Anteilen auf Methoden- und Systemkompetenz. Sozialkompetenz erwächst aus praktischen Beispielen in den Lehrveranstaltungen, der gemeinsamen Problemlösung im Seminar und der gemeinsamen Laborarbeit.

Vorkenntnisse

Bachelor einer technischen oder naturwissenschaftlichen Fachrichtung

Inhalt

Messtechnische Grundbegriffe, SI-Einheiten, Fehlerrechnung und Ermittlung der Messunsicherheit nach dem GUM "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" /DIN_V_ENV_13005, Bauelemente und Systeme der Prozessmesstechnik zur elektrischen Messung nichtelektrischer Größen (Länge, Dehnung und mechanische Spannungen, Kraft, Beschleunigung/Geschwindigkeit/Weg, Druck, Durchfluss und Temperatur).

Medienformen

Laptop mit Präsentationssoftware, Overheadprojektor, Lehrmaterialien: numerierte Arbeitsblätter mit Erläuterungen und Definitionen, Skizzen der Messprinzipien- und Geräte, Operativer universitätsinterner Downloadbereich mit variablem Inhalt.

Literatur

Die Lehrmaterialien enthalten ein aktuelles Literaturverzeichnis.

1. Internationales Wörterbuch der Metrologie. International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology. DIN. ISBN 3-410-13086-1
2. DIN V ENV 13005 - Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen
3. Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau. Springer. ISBN: 3-540-22142-5

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biotechnische Chemie 2016
- Master Micro- and Nanotechnologies 2008
- Master Micro- and Nanotechnologies 2013
- Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

Regelungs- und Systemtechnik 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 100273	Prüfungsnummer: 2200233
--------------------	-------------------------

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Johann Reger

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2213

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																														

Lernergebnisse / Kompetenzen

- Basierend auf der Zustandsraummethodik können die Studierenden die Zustandsgleichung eines linearen Systems lösen.
- Die Studierenden lernen die wichtigsten Eigenschaften linearer Systeme im Zustandsraum, wie Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit, kennen und beurteilen.
- Die Studierenden können Systeme in den gebräuchlichen Normalformen beschreiben, um Zustandsregler und Beobachter auf einfache Weise zu entwerfen.
- Die Studierenden sind in der Lage, Zustandsregler auf verschiedenen Wegen sowohl für Eingrößen- als auch für Mehrgrößensysteme zu entwerfen.
- Die Studierenden sind sich über Eigenheiten von zeitdiskreten Systemen sowie von Mehrgrößensystemen bewußt und verstehen diese beim Reglerentwurf zu nutzen.
- Die Studierenden lernen erweiterte Regelkreisarchitekturen kennen und bemessen.

Vorkenntnisse

Abgeschlossene Fächer Mathematik 1-3, Physik 1-2, Regelungs- und Systemtechnik und Modul Informatik

Inhalt

- Lineare Mehrgrößensysteme: Zustandsdarstellung, Linearität, Zeitvarianz & Zeitinvarianz, zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Systeme
- Linearisierungen: am Betriebspunkt, entlang einer Trajektorie, durch Eingangs-/Zustandstransformation
- Lösung im Zeitbereich: Ähnlichkeitstransformation, Jordan-Normalform, Transitionsmatrix, zeitdiskrete und abgetastete Systeme; Vergleich mit Lösung über Übertragungsfunktion
- Stabilität: gleichmäßig, asymptotisch, nach Lyapunov, exponentiell; Kriterien: Norm der Transitionsmatrix, Eigenwerte, Hurwitz-Kriterium, Kharitonov-Polynome, Lyapunov-Funktion; im Zeitdiskreten: Eigenwerte, Hurwitz-Kriterium über Tustin-Transformation
- Steuerbarkeit & Erreichbarkeit: Begriffsklärung; Kriterien: Steuerbarkeits-Grassche, Silverman-Meadows-Kriterium, Rangkriterium nach Kalman, Popov-Belevitch-Hautus-Kriterium (zeitdiskret & zeitkontinuierlich)
- Zustandsregler: Regelungsnormalform, Polvorgaberegler, Vorfilterentwurf, Formel von Ackermann, Deadbeat-Regler
- Erweiterungen: PI-Zustandsregler, einfache Entkopplungsregler, inversionsbasierter Entwurf von Folgeregelungen, Minimalphasigkeit
- Beobachtbarkeit & Rekonstruierbarkeit: Begriffsklärung; Kriterien: Beobachtbarkeits-Grassche, Silverman-Meadows-Kriterium, Rangkriterium nach Kalman; Dualität
- Beobachter: Beobachtbarkeitsnormalform, Zustandsbeobachter und Separationstheorem

<https://www.tu-ilmenau.de/regelungstechnik/lehre/regelungs-und-systemtechnik-2/>

Medienformen

Tafel, Beiblätter, PC-Unterstützung

Literatur

- Ludyk, G., Theoretische Regelungstechnik 1 & 2, Springer, 1995
- Olsder, G., van der Woude, J., Mathematical Systems Theory, VSSD, 3. Auflage, 2004

- Rugh, W., Linear System Theory, Prentice Hall, 2. Auflage, 1996

Detailangaben zum Abschluss

Zusätzlich zur Prüfungsleistung muss das Praktikum inkl. Testat erfolgreich absolviert werden.

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013
Bachelor Informatik 2013
Bachelor Ingenieurinformatik 2013
Bachelor Mechatronik 2013
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017
Master Biomedizinische Technik 2014
Master Electrical Power and Control Engineering 2013
Master Micro- and Nanotechnologies 2008
Master Micro- and Nanotechnologies 2013
Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung AT
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung AT
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung AT

Modul: Mikro- und Nanostrukturtechnik

Modulnummer: 5961

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Heiko Jacobs

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Das Modul enthält ausgewählte Lehrangebote mit ingenieurwissenschaftlichem und mit naturwissenschaftlichem Fokus. Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte mikro- und nanoelektronische sowie mikromechanische Systeme herzustellen. Die Studenten besitzen die Fachkompetenz um Technologieabläufe zur Herstellung von Halbleiterbauelementen zu planen und durchzuführen. Sie besitzen die Fachkompetenz Mikro- und Nanosysteme durch eine „top-down“ sowie „bottom-up“ Technologie zu realisieren.

Vorraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

Integrierte Optik und Mikrooptik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 879

Prüfungsnummer: 2300088

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Stefan Sinzinger

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 98	SWS: 2.0																								
Fakultät für Maschinenbau		Fachgebiet: 2332																									
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester				2	0	0																					

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden verfügen über fundierte Kenntnisse der Wellenausbreitung und skalaren Beugungstheorie. Sie sind in der Lage die Wirkungsweise mikrooptischer und beugungsoptischer Bauelemente zu verstehen. Sie analysieren und bewerten mikrooptische Bauelemente und Systeme im Hinblick auf ihre Funktionalität und Anwendungsmöglichkeiten. Sie sind fähig mikro-, beugungs-, und wellenleiteroptische Bauelemente zu synthetisieren und in optischen Systemen gezielt zum Einsatz zu bringen.

Vorkenntnisse

Gute Mathematik und Physik Grundkenntnisse

Inhalt

Integrierte Wellenleiteroptik, Lichtausbreitung in homogenen und inhomogenen Medien; Freiraum-Mikrooptik, refraktive und diffraktive Mikrooptik, Spezielle Präparationsmethoden und Herstellungstechnologien für mikrooptische Bauelemente und Systeme, Bauelemente, Anwendungen

Medienformen

Daten-Projektion, Tafel Folienzusammenstellung

Literatur

- A. Ghatak, K. Thyagarajan: Introduction to fiber optics, Cambridge University Press, 1998.
- B. Saleh, M. Teich: Fundamentals of Photonics, Wiley Interscience, 1991.
- St. Sinzinger, J. Jahns: Microoptics, Wiley-VCH, 2003

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Optische Systemtechnik/Optronik 2013
 Bachelor Optronik 2008
 Master Mechatronik 2008
 Master Mechatronik 2014
 Master Mechatronik 2017
 Master Micro- and Nanotechnologies 2008
 Master Micro- and Nanotechnologies 2013
 Master Micro- and Nanotechnologies 2016
 Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

Mikroaktorik

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5992

Prüfungsnummer: 2300236

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Steffen Strehle

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 98	SWS: 2.0																		
Fakultät für Maschinenbau		Fachgebiet: 2342																			
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS											
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	2	0	0																		

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen die Methodik des Entwurfs stark miniaturisierter Antriebssysteme. Sie kennen wichtige Entwurfswerkzeuge. Sie sind mit der innovativen Umsetzung klassischer Antriebsprinzipie, der Anwendung neuer Effekte und Werkstoffe und der Umsetzung biologischer Prinzipien vertraut. Sie können die Vor- und Nachteile der verschiedenen Mikroaktor-Prinzipien beurteilen und geeignete Aktoren für bestimmte Anwendungen auswählen. In der Übung erlangen die Studierenden Kenntnisse in der Auslegung und Berechnung von Mikroaktorsystemen.

Vorkenntnisse

Kenntnisse von Werkstoffen und Technologien der Mikrosystemtechnik, der Entwurfsmethodik mechatronischer Systeme, Mikrotechnik I

Inhalt

Der Weg vom Makro- zum Mikroantrieb: Grenzen der Makroaktorik
Vom drehenden zum linearen Antrieb
Mikroantriebskonzepte

- elektromagnetische Antriebe
- Magnetostriktion
- elektrostatische Aktoren
- Piezoaktoren
- thermische Mikroaktoren
- Formgedächtnis-Aktoren

Applikationsbeispiele aus Forschung und Anwendung
Ansteuerverfahren der Mikroantriebe

Medienformen

Präsentation, Skript der Präsentationsfolien, Tafelarbeit

Literatur

- G. Gerlach, W. Dötzel: Einführung in die Mikrosystemtechnik, Hanser-Verlag 2006
- U. Hilleringmann: Mikrosystemtechnik, Teubner 2006
- M. Tabib-Azar: Microactuators, Kluwer Academic Publishers, 1998

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biotechnische Chemie 2016
Master Mechatronik 2008
Master Mechatronik 2014
Master Mechatronik 2017
Master Micro- and Nanotechnologies 2008
Master Micro- and Nanotechnologies 2013
Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Mikro- und Nanostrukturtechnik



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Mikro- und Nanosensoren

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Englisch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5994

Prüfungsnummer: 2100186

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2143

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																											

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten verfügen über fundierte Kenntnisse der Mikro- und Nanosensorik. Sie sind in der Lage, Stimulus und Antwort in mikro- und nanodimensionierten Systeme zu verstehen. Sie analysieren und bewerten Mikro- und Nanosensoren im Hinblick auf ihre Prinzipien und Anwendungsmöglichkeiten. Sie sind in der Lage, Mikro- und Nanosensoren zu synthetisieren und in Systemen gezielt zum Einsatz zu bringen. Die Studenten verfügen über Verständnis des Aufbaues und der Funktionsweise von Sensoren für die wichtigsten nichtelektrischen Meßgrößen (z.B. Temperatur, Feuchte, Gaskonzentration, Ionenkonzentration, Durchflußmenge, Druck, Kraft, Beschleunigung, Weg, Winkel, Drehzahl, Lichtintensität, Farbe, magnetische Feldstärke etc.). Ein besonderes Augenmerk wird auf sogenannte Raster-Sonden-Techniken gelegt.

Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in Physik, Chemie, Mikrotechnik und Halbleitertechnologie

Inhalt

Die Vorlesung beinhaltet eine Einführung in die Grundlagen der Sensorprinzipien der gängigen Sensortechniken, wie auch von Sensoren-Mikrotechnologien und Klassifikation der Sensoren: (i) Energieformen und Wandlung, (ii) Physikalische Effekte der Sensorik. Die Vorlesung beinhaltet auch einen Überblick über die Sensoren für mechanische, thermische, chemische, magnetische und optische Größen und über die Methoden der Sensorik und deren mikrosystemtechnische Realisierung. Das Seminar vertieft die Kenntnisse zu Technologien und Applikationen von Mikrosensoren anhand von Seminarvorträgen auf der Basis von Literaturrecherchen

Medienformen

Powerpoint-Präsentation, Tafelarbeit

Literatur

Thomas Elbel: Mikrosensorik, Vieweg-Verlag 1996 /ISBN 3-528-03377-0 J. Fraden: "Handbook of modern sensors" 1996, Springer

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Mikro- und Nanostrukturtechnik



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Mikro- und Nanosystemtechnik 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5962

Prüfungsnummer: 2100188

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2143							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester			2 1 0							

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind fähig Mikro- und Nanosysteme zu entwickeln, charakterisieren und optimieren. Sie besitzen die Fachkompetenz Mikro- und Nanosysteme durch lithografische Verfahren zu erstellen oder selbstorganisierte Prozesse zu deren Realisierung einzusetzen.

Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

Inhalt

Das Lehrgebiet beinhaltet folgende Schwerpunkte: - Design von kleinsten Systemen - Lithographische Verfahren - Ätztechnologien - Metallisierungen - Systemintegration

Medienformen

Vorlesungen, Folien, Beamer

Literatur

Foundations of Nanomechanics, A. Cleland, Springer, (2003) Device Electronics for ICs, R. Muller & T. Kamins, John Wiley & Sons, Inc. (1997) Advanced Microsystems, I.W. Rangelow ed, FSRM, (2000) Integrated Micro-Motion Systems, F. Harashima, Elsevier, (1990) Fundamentals of Microfabrication, M. Madow, CRN Press, 2002 AIP Handbook of Modern Sensors, J. Fraden, American Institute of Physics, (1999) Mesoscopic Electronics in Solid State Nanostructures, T. Heinzl, Wiley-VCH, Weinheim (2003) Physics of Nanostructures, J.H. Davies and A.R. Long eds., Institute of Physics Publishing, Bristol (1992)

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Nanotechnologie

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1562

Prüfungsnummer: 2100049

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Heiko Jacobs

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0																		
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2142																		
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS											
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																					
		2	1	0																	

Lernergebnisse / Kompetenzen

While this course provides an overview of a broad range of topics it will discuss theoretical aspects tailored to benefit EE and ME students that may have limited knowledge in material science/chemistry.

Students are provided cross-disciplinary scientific knowledge and professional skills that are key to thrive in high-tech companies, emerging science based industries, government laboratories, and academia.

Vorkenntnisse

Inhalt

The objective of this course is to introduce some of the fundamentals and current state-of-the-art in Nanotechnology through lectures from the instructor, selected readings, experiments, and special topic presentations from the students.

The topics that will be covered include:

NanoScale Imaging; Patterning using Scanning Probes, Conventional and Advance Lithography, Soft-Lithography, Stamping & Molding; Nanomaterials - Properties, Synthesis, and Applications; Nanomaterial Electronics; Bottom-up/Top-Down Nanomaterial Integration and Assembly, NanoManufacturing/Component Integration using Engineered Self-Assembly and Nanotransfer. Labs on AFM, Microcontact Printing, Nanoparticles/Nanowire Synthesis.

Medienformen

Power Point

Literatur

Lecture notes: <http://www.tu-ilmenau.de/mne-nano/vorlesungen-und-praktika/>

Additional Reading / Literature:

Handbook of nanoscience Engineering and Technology, Edited by William A. Goddard, III., CRS press, 2003. Standort 69, ELT ZN 3700 G578

G. Cao, Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications. Standort 69, ELT ZN 3700 C235

G. Ozin, A. Arsenault, Nanochemistry: A Chemical Approach to Nanomaterials. Standort 55, CHE VE 9850 O99

A. T. Hubbard, ed, The Handbook of Surface Imaging and Visualization. CRC press (1995) Our Molecular Future: How Nanotechnology, Robotics, Genetics and Artificial Intelligence Will Transform the World, Prometheus (2002), ISBN 1573929921 Standort 55 PHY UP 7500 H875

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Master Micro- and Nanotechnologies 2016
Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung ET

Modul: Mikrotechnologische Grundlagen und Schaltungstechnik

Modulnummer: 5996

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Steffen Strehle

Modulabschluss:

Lernergebnisse

Das Modul ist für Absolventen eines Bachelorstudiums in den Naturwissenschaften vorgesehen und enthält ausgewählte Lehrangebote mit ingenieurwissenschaftlichem Fokus. Die Studenten erlangen grundlegende Kenntnisse zu technologischen Verfahren der Mikroelektronik und der Mikrotechnik, zu speziellen Lithografie-Verfahren mit Relevanz für die Mikro- und Nanotechnik sowie der elektronischen Schaltungs- und Messtechnik. Die Studenten werden durch den ingenieurwissenschaftlichen Fokus zur fächerintegrierenden Kommunikation befähigt. Es wird empfohlen, ein technologieorientiertes Fach und ein elektronikorientiertes Fach zu belegen.

Vorraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

Digitale Schaltungstechnik

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich Art der Notengebung: Testat / Generierte
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5999 Prüfungsnummer: 2100190

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Ralf Sommer

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2144

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																														

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, die zu entwerfende oder zu analysierende digitale Schaltung geeignet zu beschreiben. Die Synthese erfolgt automatenbasiert bis zum logischen Gatterniveau.

Vorkenntnisse

Grundlagen Elektrotechnik, Grundlagen Elektronik

Inhalt

Gegenstand der digitalen Schaltungstechnik (Definition kombinatorischer und sequentieller digitaler Schaltungen, Moore- und Mealy-Automaten, Vereinbarungen zur Bezeichnung der digitalen Variablen, logischen Zustände, Potentiale, Kontakte, positive und negative Logik), Theoreme und Gesetze der Schaltalgebra (Assoziatives, Distributives, Kommutatives Gesetz, Inversionsgesetz nach DeMorgan, Einsetzungs- und Einsetzbarkeitsregel, Absorptionsgesetz, Expansionsgesetz und -theoreme), Normalformen von Schaltfunktionen (Disjunktive, Konjunktive und Antivalente Normalform, Zusammenhang KDNF und KKNF), Minimierung der Schaltfunktionen (Karnaugh-Plan, Quine McCluskey, Tafelauswahlverfahren, Minimierung unter dem Gesichtspunkt der Multioutput-Realisierungen), Digitale Basisschaltungen (TTL-Grundgatter, CMOS-Grundgatter), Kombinatorische Schaltungen (Synthese zwei- und mehrstufiger Schaltungen, Multiplexer/Demultiplexer, Halbadder, Volladder, Kodewandler, Realisierung kombinatorischer Schaltungen mit EPROMs und maskenprogrammierbaren ROMs, Dynamisches Verhalten von kombinatorischen Schaltungen), Sequentielle Schaltungen (Umwandlung Mealy-Moore-Automat, Bistabile Trigger, Stabilitätsanalyse sequentieller Schaltungen mittels Schnittverfahren, Entwurf synchroner und asynchroner Zähler und Teiler, Entwurf sequentieller komplexer Schaltungen)

Medienformen

Tafel, Folien, Powerpoint-Folien (Präsentation), Arbeitsblätter

Literatur

Leonhardt, E.: Grundlagen der Digitaltechnik. Hanser Fachbuchverlag 1984
 Seifart, M.: Digitale Schaltungen. Verlag Technik 1998
 Zander, H.J.: Logischer Entwurf binärer Systeme, Verlag Technik 1989
 Köstner, R., Möschwitzer, A.: Elektronische Schaltungen. Fachbuchverlag Leipzig 1993
 Scarbata, G.: Synthese und Analyse Digitaler Schaltungen. Oldenbourg 2001
 Tietze, U., Schenck, C.: Halbleiter-Schaltungstechnik. Springer-Verlag GmbH 2002

Detailangaben zum Abschluss

schriftlich, 120 min

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008
 Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Mikro- und Halbleitertechnologie 1

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich 120 min Art der Notengebung: Testat / Generierte
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1386 Prüfungsnummer: 2100197

Fachverantwortlich: Dr. Jörg Pezoldt

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2142

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																														

Lernergebnisse / Kompetenzen

Grundverständnis und Verständnis für die Einzelprozesse und des physikalisch materialwissenschaftlichen Hintergrundes der Herstellung von Halbleiterbauelementen, integrierten Schaltkreisen, Sensor- und Mikrosystemen. Es werden Fähigkeiten vermittelt, die es ermöglichen, die einzelnen Prozessschritte in der Mikro- und Halbleitertechnologie hinsichtlich der physikalischen, chemischen und materialwissenschaftlichen Grundlagen und ihrer Anwendbarkeit zu analysieren und zu bewerten.

Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in Physik, Chemie und den Funktionsweisen von elektronischen Bauelementen und integrierten Schaltkreisen

Inhalt

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die physikalischen, chemischen und technischen Grundlagen der Einzelprozesse, die bei der Herstellung von Sensoren, Halbleiterbauelementen, integrierten Schaltkreisen, Sensor- und Mikrosystemen Verwendung finden. Die technologischen Verfahren und Abläufe, sowie die Anlagentechnik zur Fertigung von Halbleiterbauelementen und deren Integration in Systeme werden am Beispiel der Siliziumtechnologie und Galliumarsenidtechnologie vermittelt. 1. Einführung in die Halbleitertechnologie: Die Welt der kontrollierten Defekte 2. Einkristallzucht 3. Scheibenherstellung 4. Waferreinigung 5. Epitaxie 6. Dotieren: Legieren und Diffusion 7. Dotieren: Ionenimplantation, Transmutationslegierung 8. Thermische Oxidation 9. Methoden der Schichtabscheidung: Bedampfen 10. Methoden der Schichtabscheidung: CVD 11. Methoden der Schichtabscheidung: Plasma gestützte Prozesse 12. Ätzprozesse: Nasschemisches isotropes und anisotropes Ätzen 13. Ätzprozesse: Trockenchemisches isotropes und anisotropes Ätzen 14. Elemente der Prozeßintegration

Medienformen

Folien, Powerpointpräsentationen, Tafel

Literatur

- J.D. Plummer, M.D. Deal, P.B. Griffin, Silicon Technology: Fundamentals, Practice and Modelling, Prentice Hall, 2000. - U. Hilleringmann, Silizium - Halbleitertechnologie, B.G. Teubner, 1999. - D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich, Technology of Integrated Circuits, Springer, 2000. - VLSI Technology, Ed. S.M. Sze, McGraw-Hill, 1988. - ULSI Technology, Ed. C.Y. Chang, S.M. Sze, McGraw-Hill, 1996. - I. Ruge, H. Mader, Halbleiter-Technologie, Springer, 1991. - U. Hilleringmann, Mikrosystemtechnik auf Silizium, B.G. Teubner, 1995.

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008
- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013
- Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017
- Master Micro- and Nanotechnologies 2008
- Master Micro- and Nanotechnologies 2013
- Master Regenerative Energietechnik 2011
- Master Regenerative Energietechnik 2013
- Master Regenerative Energietechnik 2016
- Master Werkstoffwissenschaft 2010

Master Werkstoffwissenschaft 2011
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung ET

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Mikrotechnologische Grundlagen und Schaltungstechnik



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Technologien der Mikromechanik

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5997

Prüfungsnummer: 2300285

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Steffen Strehle

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0							
Fakultät für Maschinenbau			Fachgebiet: 2342							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester	2 1 0									

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten erlangen vertiefte Kenntnisse über spezielle Verfahren und Materialien für mikromechanische Systeme. Sie können Herstellungsprozesse von mikromechanischen Komponenten analysieren und bewerten. Sie sind in der Lage, Prozessketten zur Herstellung neuer Komponenten zu konzipieren.

Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluss (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

Inhalt

In der Lehrveranstaltung werden vertiefend spezielle technologische Aspekte der Mikromechanik behandelt. Schwerpunkt bilden spezielle Verfahren und Verfahrenskomplexe mit industrieller Relevanz. - spezielle Verfahren der Oberflächenmikromechanik - spezielle Verfahren der Volumenmikromechanik - halbleiterkompatible Technologien für integrierte Mikromechanik - Foundry-Prozesse - Ultrapräzisionsbearbeitungsverfahren - Elektrochemische Verfahren - Laserverfahren - Replikationsverfahren

Medienformen

Vorlesung, Tafel, Beamer

Literatur

[1] G. Gerlach, W. Dötzel: Grundlagen der Mikrosystemtechnik. Fachbuchverlag Leipzig 1996 (79 ELT 97 A 21467) [2] M. Elwenspoek, H.V. Jansen: Silicon Micromachining. Cambridge University Press 2004 (69 ELT ZN 4980 E52) [3] M. Madou: Fundamentals of microfabrication. Crc Press 2001 (69 ELT 98 A 1670)

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Molekulare Nanotechnologien

Modulnummer: 6001

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Ziel des Moduls ist die Vermittlung der speziellen Methoden der molekularen Nanotechnologie. Die Studenten sollen befähigt werden, chemische, biochemische und technische Methoden in ihrer spezifischen Leistungsfähigkeit zur Erstellung von Nanoarchitekturen und im Zusammenwirken für den Aufbau von nanotechnischen Funktionselementen und Subsystemen zu verstehen.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Abgeschlossenes ingenieur- oder naturwissenschaftliches Bachelorstudium

Detailangaben zum Abschluss

Anorganische und organische Synthesechemie

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 6003

Prüfungsnummer: 2400277

Fachverantwortlich: apl. Prof. Dr. Uwe Ritter

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0							
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2425							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester		3 0 0								

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind fähig aufgrund der erworbenen Kenntnisse über Reaktionen und Reaktivität der Elemente und Verbindungen Syntheseprozesse für die wesentlichen Stoffe und Stoffklassen zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden sind in der Lage einfache chemische Operationen der Synthesechemie anzuwenden und exemplarisch Stoffe aus verschiedenen Stoffklassen zu synthetisieren.

Vorkenntnisse

Kenntnisse der anorganischen und organischen Chemie und Grundkenntnisse über Reaktionen und Reaktionsprinzipien der wesentlichen Stoffklassen. Das bestandene Modul Organische Experimentalchemie wird empfohlen.

Das Sicherheitszertifikat aus dem Praktikum Organisches Praktikum 1 ist Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum Anorganische und Organische Synthesechemie.

Inhalt

Ausgewählte Kapitel der anorganischen Synthese einschl. metallorganischer Reaktionen und Katalyse
Reaktionsverhalten anorganischer Festkörper
Ausgewählte Kapitel der organischen Synthese
Kombinatorische Synthesemethoden
Spezielle Synthesen von Vorstufen und Produkten für Nanomaterialien
Ausgewählte Kapitel der technischen Synthesechemie

Medienformen

Tafel, Transparent-Folien, Beamer-Präsentation, Manuskript, Experimente, Studentexperimente

Literatur

Vollhardt, K.P.C., Schore, N.E.: Organische Chemie, Wiley-VCH 2000
Fuhrhop, J.-H., Li, G.: Organic Synthesis, Wiley-VCH 2003
Cotton, F.A., Wilkinson, G.: Anorganische Chemie, Wiley-VCH 1985
Elschenbroich, C., Salzer, A.: Organometallchemie, Teubner Verlag 2002

Detailangaben zum Abschluss

Die Voraussetzung für dieses Praktikum ist das Sicherheitszertifikat Organische Chemie 1. Das bestandene Anorganische und organische Synthesechemiepraktikum ist Voraussetzung für die Modulprüfung Chemie Vertiefung 1.

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Biotechnische Chemie 2013

Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2008 Vertiefung

Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2008 Vertiefung

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Spezielle Probleme der Nanostrukturtechnik

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6002

Prüfungsnummer: 2400119

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0							
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2429							
SWS nach Fach- semester	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
		2 0 0								

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, Anforderungen an Nanostrukturen zu analysieren, die speziellen Technologien zur Herstellung von Nanostrukturen zu bewerten, auszuwählen und problemgerechte Einsatzeinscheidungen zu Technologien und Methoden im Systemzusammenhang zu treffen.

Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß in Ingenieur- oder Naturwissenschaft

Inhalt

Das Lehrgebiet im 2. Fachsemester beinhaltet folgende Schwerpunkte: Größenskalierung; bottom-up- Strategie; top-down-Strategie; molekulare Konstruktionsmodule; koordinationschemische Wege; Makrozyklen; supermolekulare Chemie; disperse Systeme und Grenzflächen; Amphiphile; molekulare Selbstorganisation; Mono- und Multifilme; DNA-Konstruktionstechnik; Verbindung von Molekularen Techniken mit der Planartechnik

Medienformen

Vorlesungen, Folien, Beamer

Literatur

F. Vögtle: Supramolekulare Chemie (Teubner); 1997 M. Köhler: Nanotechnologie (Wiley-VCH), 2001 H.-D. Dörfler: Grenzflächen- und Kolloidchemie (Wiley-VCH) 2001

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biotechnische Chemie 2016
 Master Micro- and Nanotechnologies 2008
 Master Micro- and Nanotechnologies 2013
 Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009
 Master Technische Physik 2008
 Master Technische Physik 2011

Synthesepraktikum

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 6004

Prüfungsnummer: 2400230

Fachverantwortlich: apl. Prof. Dr. Uwe Ritter

Leistungspunkte: 1	Workload (h): 30	Anteil Selbststudium (h): 19	SWS: 1.0							
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2425							
SWS nach Fach- semester	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
		0 0 1								

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, relevante Experimente der Synthese und Mikrochemie durchzuführen, die erhaltenen Produkte zu analysieren und im entsprechenden Zusammenhang zu bewerten. Die vorhandenen Sachkenntnisse sollen zur Synthese einfacher und komplexerer chemischer Produkte befähigen.

Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

Inhalt

Praktikum 4 Versuche: Versuch zur anorganische Synthese Versuch zur organische Synthese Versuch Festkörperreaktion/Reaktion in der Schmelze Synthese aus dem Bereich Mikroreaktionstechnik

Medienformen

Versuchsanleitungen

Literatur

- Heyn et al., Anorganische Synthechemie, Springer-Lehrbuch - Autorenkollektiv, Organikum - Organisch-Chemisches Grundpraktikum - Versuchsanleitungen

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Nanobiotechnologie

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Wahlpflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5628

Prüfungsnummer: 2400521

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Andreas Schober

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0							
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften		Fachgebiet: 2431								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester			2 1 0							

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage die Funktionsweise von organischen Mikro- und Nanosystemen zu verstehen. Hierzu gehören z.B. Haarzellen, Motorproteine, organische Nanomotoren und Ionenkanäle. Die Studierenden besitzen Fachkompetenz in der Beschreibung und Analyse von organischen Nanostrukturen, die für die Funktion kleinster biologischer Organismen von entscheidender Bedeutung sind. Ihre Fachkompetenz erstreckt sich bis zur Kombination von organischen und anorganischen Mikro- und Nanosystemen z.B. zur Realisierung kleinster Antriebssysteme.

Vorkenntnisse

Vorlesung Nanotechnologie

Inhalt

Zu den Themen der Bionanotechnologie gehört die Diskussion von organischen Nanosystemen in der menschlichen Wahrnehmung, die Erklärung des Handlings und Charakterisierens von Proteinen und Viren, die Untersuchung elektronischer und optischer Eigenschaften von einzelnen Molekülen genauso wie die Technologie zur Herstellung von Sensoren für kleinste Flüssigkeitsmengen. An der Schnittstelle zwischen der Mikro- und Nanowelt, der Schnittstelle auch zwischen belebter und unbelebter Materie, werden moderne Charakterisierungsverfahren (z.B. Elektronenmikroskopie, Kraftmikroskopie) nötig, um vom physikalischen oder chemischen Eigenschaften von Atomen und Molekülen eine Brücke zum Verständnis der Funktion von Aminosäuren, Proteinen und Zellen zuschlagen. Diese Methoden und ihre Anwendung auf biologisch relevante Systeme werden ebenso erklärt wie die Technologie zur Herstellung von künstlichen Mikro- und Nanostrukturen zur Kopplung an biologische Organismen.

Medienformen

Vorlesungen, Folien, Beamer

Literatur

Vorlesungsskript auf der web Seite: http://www.tu-ilmenau.de/site/fke_nano/Vorlesungen Nanoelectronics and Information Technology Rainer Waser (Ed.) 2003 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co ISBN 3-527-40363-9

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Master Technische Physik 2008

Master Technische Physik 2011

Modul: Nanofluidik / Mikroreaktionstechnik

Modulnummer: 6009

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Ziel des Moduls ist die Vermittlung der Methoden und Systeme der Mikro- und Nanofluidik und ihrer Anwendung in den Bereichen der Mikroreaktionstechnik und der mikroanalytischen Systeme. Es besteht für die Studenten die Möglichkeit, sich eher für eine stärker mikrofluidisch-theoretisch orientierte Ausbildungsvariante zu entscheiden und diese entweder durch Anwendungen in der Mikroreaktionstechnik oder der Analytik zu ergänzen oder aber eine stärker praktisch orientierte Fächerzusammenstellung zu wählen.

Vorraussetzungen für die Teilnahme

Abgeschlossenes ingenieur- oder naturwissenschaftliches Bachelorstudium

Detailangaben zum Abschluss

Instrumentelle Analytik und Mikroanalyzesysteme

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6011 Prüfungsnummer: 2400231

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2429

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																											

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen die wichtigsten Techniken und Geräteklassen der Instrumentellen Analytik und der Mikroanalysetechnik und sind in der Lage, chemisch-analytische Probleme zu analysieren und auch unter den speziellen Anforderungen von mikro- und nanotechnologischen System- und Technologieentwicklungen zu lösen.

Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

Inhalt

Das Lehrgebiet im 3. Fachsemester beinhaltet folgende Schwerpunkte: - Allgemeine Analytik - Optische Spektroskopie, Schwingungsspektroskopie - AAS, AES - Chromatografische Techniken - Elektrophorese, Mikrokapillarelektrophorese - Massenspektrometrische Techniken - Thermische Analysetechniken, Mikrokalorimetrie - Elektroanalytik, Mikroelektrochemie - Magnetische Diagnostik - Strukturaufklärung durch Röntgenkristallanalyse und NMR - μ -TAS- und lab-on-a-Chip-Konzept

Medienformen

Vorlesungen, Folien, Beamer

Literatur

Skoog, Leary : Instrumentelle Analytik (Springer 1996), Geschke et al.: Microsystem engineering of Lab-on-a-Chip-Devices (Wiley-VCH 2004) Henze et al.: Umweltanalytik mit Mikrosystemen (Wiley-VCH 1999)

Detailangaben zum Abschluss

Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist der erfolgreiche Abschluss des dazugehörigen Praktikums.

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biotechnische Chemie 2016
- Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2013
- Master Micro- and Nanotechnologies 2008
- Master Micro- and Nanotechnologies 2013

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Nanofluidik / Mikroreaktionstechnik



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Theoretische Grundlagen der Mikrofluidik

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Englisch

Pflichtkenn.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6010

Prüfungsnummer: 2400127

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Erich Runge

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2421

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																								

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten sollen die Kontinuumsbeschreibung von Strömungen sowie deren Besonderheiten und Grenzen bei der Anwendung auf Mikro- und Nanoskalen beherrschen. Sie sollen bei gegebenen Systemgeometrien und Antriebskräften die relevanten Gleichungen für den Massen- und Wärmetransport unter Berücksichtigung geeigneter Randbedingungen aufstellen können. Anhand von Skalen- und Dimensionsanalysen dieser Gleichungen sollen sie bewerten können, welche Einflussgrößen und damit verbundene Abläufe für einen mikrofluidischen Prozessor relevant sind.

Vorkenntnisse

Mathematische Fähigkeiten und Kenntnisse in Chemie und Physik, wie sie in einem naturwissenschaftlichen oder naturwissenschaftlich geprägten ingenieurtechnischem Bachelorstudium vermittelt werden.

Inhalt

- Theoretische Behandlung von Kräften und ihre Skalenabhängigkeit im Mikro- und Nanometerbereich (kapillare, viskose, elektrodynamische und molekulare Kräfte);
 - Grundlagen der Hydrodynamik:
 - Massenerhaltung (Kontinuitätsgleichung),
 - Impulsbilanz (Euler- und Navier-Stokes Gleichungen),
 - Energiebilanz (1. Hauptsatz der Thermodynamik);
 - Scher-, Druck- und elektrokinetisch getriebene Mikroströmungen;
 - Elektroosmose und -phorese;
- Diffusions-, Mischungs- und Phasenseparationsprozesse in Mikrofluiden.

Medienformen

Tafel, Folien, Beamer Präsentation, Handouts

Literatur

Lehrbücher zur Hydrodynamik
(z.B. E. Guyon, J.-P. Hulin, L. Petit: Hydrodynamik, F. White: Fluid Mechanics)
für Grundlagen und für Applikationen im Bereich der Mikrofluidik:
G.E. Karniadakis, A. Beskok: Micro Flows; Springer, Berlin 2002;
P. Tabeling: Introduction to Microfluidics. Oxford University Press 2006

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Technische Physik 2008

Mikroreaktionstechnik 1

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6012

Prüfungsnummer: 2400121

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0																			
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2429																			
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS												
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	
semester																						

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden besitzen einen Überblick über die Methoden, die gerätetechnischen Prinzipien und die wichtigsten Verfahren und Bauelementeklassen der Mikroreaktionstechnik. Sie können sie vor dem Hintergrund allgemeiner reaktionstechnischer Grundlagen anwenden und sind in der Lage, Entscheidungen über die Art einzusetzender Mikroreaktoren in Abhängigkeit von den Materialeigenschaften, den Prozessbedingungen und dem Charakter der chemischen Reaktionen zu treffen.

Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluss in Ingenieur- oder Naturwissenschaft

Inhalt

Das Lehrgebiet im 1. Fachsemester beinhaltet folgende Schwerpunkte:

- Physikochemische Grundlagen der Reaktionstechnik
- Prinzipien der Mikroreaktionstechnik
- Lab-on-a-chip-Konzept
- Mikro-TAS-Konzept
- Mischen
- Wärmetausch
- Reaktionen in homogener Phase
- Reaktionen in heterogenen Systemen
- Elektrochemische und photochemische Aktivierung in Mikroreaktoren
- Kombinatorische Mikrosynthese
- Miniaturisierte Screeningprozesse
- Partikel und Zellen in Mikroreaktoren
- Biomolekulare Prozesse in Mikroreaktoren
- Biochiptechnik

Medienformen

Folien, Beamer, Videos

Literatur

Ehrfeld, V. Hessel, V. Löwe: Micro Reaction Technology (Wiley-VCH);

Renken: Technische Chemie (Thieme)

Detailangaben zum Abschluss

Fachprüfung

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biotechnische Chemie 2016
- Master Micro- and Nanotechnologies 2008
- Master Micro- and Nanotechnologies 2013
- Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009
- Master Technische Physik 2008
- Master Technische Physik 2011

Modul: Mikro- und Nanoelektronik

Modulnummer: 5967

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Die Studierenden erhalten durch ihre eigene Arbeit und durch die Vorträge der anderen Teilnehmer des Hauptseminars Einblicke in aktuelle und zukunftssträchtige Entwicklungen auf dem Gebiet der Mikro- und Nanoelektronik. Sie werden in die Lage versetzt, ihre im bisherigen Studium erlangten Grundlagenkenntnisse auf höchstaktuelle Problemstellungen anzuwenden und neue Entwicklungen kritisch zu bewerten.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Bachelor einer technischen oder naturwissenschaftlichen Fachrichtung. Vorteilhaft: Vorlesung Elektronik, Vorlesung Grundlagen der Schaltungsintegration

Detailangaben zum Abschluss

Nanoelektronik

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache:englisch

Pflichtkennz.:Pflichtfach

Turnus:Sommersemester

Fachnummer: 5629

Prüfungsnummer:2100193

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 4	Workload (h):120	Anteil Selbststudium (h):86	SWS:3.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet:2143							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester		2 1 0								

Lernergebnisse / Kompetenzen

The students are introduced to the evolution of micro- and nanoelectronics and of important trends in this field. They become familiar with the design, operation, and relevant figures of merit of nanometer MOSFETs and with the problems of continuing MOSFET scaling. The students are introduced to additional relevant device and material concepts (e.g., nanotube and nanowire transistors, single electron transistors, spin transistors, beyond-transistor devices, two-dimensional materials) and to understand their operation. Moreover, they are enabled to critically assess future trends in nanoelectronics.

Vorkenntnisse

Course Fundamentals of Electronics

Inhalt

- Evolution of semiconductor electronics from micro to nano.
- Device structure and operation of classical and advanced non-classical nanometer MOSFETs.
- MOSFET scaling.
- Power consumption and self-heating.
- Nanoelectronic devices for the Post-CMOS era.
- Moore's Law: Past, present, and future

Medienformen

PowerPoint presentations, blackboard, lecture notes (complete set of slides as PDF)

Literatur

- Y. Taur and T. H. Ning, Fundamentals of Modern VLSI Devices, Cambridge University Press 1998, 2009.
- F. Schwierz, H. Wong, and J. J. Liou, Nanometer CMOS, Pan Stanford 2010.
- R. Waser (ed.), Nanoelectronics and Information Technology, Wiley VCH 2012.
- A. Chen et al. (eds.), Emerging Nanoelectronic Devices, Wiley 2015.

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE
 Master Micro- and Nanotechnologies 2008
 Master Micro- and Nanotechnologies 2013
 Master Micro- and Nanotechnologies 2016
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ET
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ET
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ET
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung ET

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Mikro- und Nanoelektronik



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Polymerelektronik

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5634

Prüfungsnummer: 2100191

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0																					
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2143																					
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS														
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																								

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage die Funktionsweise organischer Bauelementen zu verstehen und kennen ihre Vor- und Nachteile im Vergleich zu anorganischen Bauelementen.

Vorkenntnisse

Halbleiterbauelemente I und II

Inhalt

Physikalische Grundlagen organischer Bauelemente (Zustandsdichten, Polaronen, Bipolaronen, Hoppingtransport, Beweglichkeit) Funktionsweise organischer Bauelemente (Leuchtdiode, Dünnschichttransistor, Solarzelle) Potentielle Anwendungen im Vergleich zu anorganischen Bauelementen

Medienformen

PowerPointpräsentation

Literatur

Shur, M.: "Physics of Semiconductor Devices" Prentice Hall 1991 Kuo, Y.: "Thin Film Transistors" Springer Netherlands 2003

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Bauelemente Simulation und Modellierung

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5968

Prüfungsnummer: 2100192

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2143							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester			2 1 0							

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten erhalten eine grundlegende Einführung in die Simulation und Modellierung elektronischer Bauelemente und werden mit den grundlegenden Modellen vertraut gemacht. Die Studenten kennen den Aufbau sowie die physikalischen und mathematischen Grundlagen der Simulation elektronischer Bauelemente und sind in der Lage, diese zu modellieren und in elektronischen Schaltungen zu beschreiben.

Fachkompetenzen: Ingenieurtechnische Grundlagen zur Anwendung von Simulationstools zur Untersuchung des Verhaltens elektronischer Bauelemente, Kenntnis der Bauelementemodelle für den Schaltungsentwurf
Methodenkompetenz: Nutzung von Simulationstools zur Verhaltensbeschreibung von elektronischen Bauelementen

Systemkompetenzen: Die Bauelementesimulation und -modellierung steht im Zusammenhang mit anderen Lehrgebieten (Halbleitertechnologie, Festkörperelektronik, Physik, Schaltungsentwurf, mikro- und nanoelektronische Systeme), Entwicklung interdisziplinären Denkens.

Vorkenntnisse

Grundlagen der Elektrotechnik, Elektronik, Schaltungstechnik, Mikro- und Nanotechnologie

Inhalt

Die Simulation im Bauelemente-Entwurf vom Prozess zur Schaltung. Physikalische und mathematische Grundlagen der Technologiesimulation (Dotier-, Schichtabscheidungs- und Strukturierungsprozesse) und der Bauelementesimulation (Boltzmann-Gleichung, Drift-Diffusions- und Energietransport-Modell, Halbleiter- und Grenzflächeneffekte). Numerische Verfahren (Diskretisierung partieller Differentialgleichungen (FDM, FBM, FEM) und deren Lösung). Bauelementemodelle für die Schaltungssimulation.

Medienformen

Folien, Computeranimationen, Tafel

Literatur

T. A. Fjeldly, T. Ytterdal, and M. Shur, Introduction to Device Modeling and Circuit Simulation, John Wiley & Sons 1998. H. Khakzar, Entwurf und Simulation von Halbleiterschaltungen mit PSPICE, Expertverlag 1997. J. S. Yuan and J. J. Liou, Semiconductor Device Physics and Simulation, Plenum Press 1998. S. Selberherr, Analysis and Simulation of Semiconductor Devices, Springer 1984.

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE
Master Micro- and Nanotechnologies 2008
Master Micro- and Nanotechnologies 2013
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung ET
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung ET

Modul: Vertiefungsmodul

Modulnummer: 5979

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Ziel des Moduls ist die Vermittlung speziellen Fachwissens zu ausgewählten Themengebieten der Mikro- und Nanotechnologien. Das vermittelte Wissen soll die Studenten in besonderem befähigen, Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien durchzuführen. Dazu werden besonders wichtige Spezialgebiete vertieft. Die Studenten erhalten die Möglichkeit, 2-3 von mehreren angebotenen Fächern im Umfang von 6 SWS (6 LP) auszuwählen, wobei empfohlen wird, die Auswahl im Hinblick auf die eigenen Forschungsinteressen zu treffen.

Vorraussetzungen für die Teilnahme

Abgeschlossenes ingenieur- oder naturwissenschaftliches Bachelorstudium</p> <p> </p>

Detailangaben zum Abschluss

Fachprüfung oder entsprechende Leistungsnachweise</p> <p> </p>

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Vertiefungsmodul



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Elektrohydrodynamik und Polymere in Mikrosystemen

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Englisch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5976 Prüfungsnummer: 2400236

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Erich Runge

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2426

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
							2	1	0																								

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten sollen zwei wesentliche Felder der Mikrofluidik vertiefend kennenlernen, die relevant für den Transport bzw. das Mischen in Mikrosystemen sind. Sie machen sich mit den entsprechenden Modellgleichungen vertraut und erhalten einen Überblick zu aktuellen Forschungsaktivitäten.

Vorkenntnisse

Mathematische Fähigkeiten und Kenntnisse in Chemie und Physik, wie sie in einem naturwissenschaftlichen oder naturwissenschaftlich geprägten ingenieurstechnischem Bachelorstudium vermittelt werden; VL Theoretische Grundlagen der Mikrofluidik

Inhalt

Elektrokinetische Grundgleichungen Elektrische Doppelschichten in Mikrokanälen Elektroosmose, Elektrophorese, Dielektrophorese Mischen durch elektrokinetische Instabilitäten Nicht-Newtonsche Flüssigkeiten Modelle für die Polymerkomponente der Lösung Elastische Instabilitäten Mischen durch elastische Instabilitäten Einzelmoleküldynamik in Mikroströmungen

Medienformen

Tafel, Folien, Beamer Präsentation, Handouts

Literatur

P. Tabeling, Introduction to Microfluidics. Oxford University Press 2006 D.A. Saville, Electrokinetic Effects with Small Particles S. Ghosal, Electrokinetic Flow and Dispersion in Capillary Electrophoresis R.A.L. Jones, Soft Condensed Matter. Oxford University Press 2002 M. Doi, Introduction to Polymer Physics. Oxford University Press 1996 R. Cotterill, Biophysics (An Introduction)

Detailangaben zum Abschluss

Eignungsfeststellung Masterstudium

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Vertiefungsmodul

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU**Festkörperchemie**

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5981

Prüfungsnummer: 2400068

Fachverantwortlich: apl. Prof. Dr. Uwe Ritter

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0																					
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2425																					
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS														
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																								
				2	0	1																		

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, aufgrund der erworbenen Kenntnisse über Festkörper, Sensor- und Katalysator-materialien und deren Chemie Einsatzfelder und Anwendungen der Festkörperchemie zu bewerten. Sie sind in der Lage die Vor- und Nachteile von Festkörpermateriale aus ihrer chemischen Zusammensetzung abzuleiten bzw. eine Verbindung zwischen mikroskopischen und makroskopischen Eigenschaften zu verstehen. Die Studenten besitzen die Fachkompetenz um die chemischen Eigenschaften von Sensor- und Katalysator-materialien zu verstehen. Die Studierenden sind fähig die Funktion und Anwendungen von Sensor- und Katalysatormaterialien zu beschreiben.

Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

Inhalt

Typen der chemischen Bindung in Kristallen Gittertheorie und Prinzip der Kugelpackung Ionenkristalle, Metallkristalle, Kovalente Kristalle und Molekülkristalle Aggregierte Systeme niedriger Ordnung
Komplexverbindungen Mechanismen anorganischer Festkörperreaktionen Chemische Analytik von Festkörpern
Oxidische Materialien und halbleitende Metalloxide Festelektrolyte Herstellung von oxidischen Schichten - MBE, CVD, Sol-Gel Praktikum 2 Versuche Erweiterte Versuche zur anorganischen Synthese Versuch
Festkörperreaktionen/Reaktionen in der Schmelze

Medienformen

Vorlesung, Folien, Beamer, Videos, Simulationen; Übungsserien, Folien aus der Vorlesung

Literatur

-Aktuelle Literatur -L. E. Smart and E. A. Moore, Solid State Chemistry, An Introduction, Taylor & Francis 2005
Heyn et al., Anorganische Synthechemie, Springer-Lehrbuch

Detailangaben zum Abschluss**verwendet in folgenden Studiengängen:**

Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2008 Vertiefung
Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2008 Vertiefung
Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Funktionalisierte Peripherik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch/Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5625

Prüfungsnummer: 2000009

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Müller

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2146

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
							2	1	0																								

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage Anforderungen an Schnittstellen zwischen der Nanostrukturierung (Halbleiter) und dem mikroelektronischen Verbindungsträger zu beurteilen und zu differenzieren. Sie erlernen die Fähigkeit, diese Kenntnisse zur Umsetzung von Schaltungsanforderungen anzuwenden.

Fachkompetenzen: Werkstoffwissenschaftliche und ingenieurtechnische Grundlagen, frühzeitiges Erkennen von Entwicklungstrends, neuen Technologien und Techniken.

Methodenkompetenz: Systematisches Erfassen von Problemstellungen, Anwendung des Fachwissens, Umgang mit CAD-Tools, Dokumentation von Ergebnissen. Systemkompetenzen: Verstehen der Einflüsse der technologischen Schaltungsumsetzung auf deren Funktion und Zuverlässigkeit, Entwicklung interdisziplinären Denkens.

Sozialkompetenzen: Kommunikation, Teamfähigkeit, selbstbewusstes Präsentieren; Beachtung ökologischer Aspekte in der Elektronikfertigung.

Vorkenntnisse

Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) bzw. Elektroniktechnologie, Bachelor einer technischen oder naturwissenschaftlichen Fachrichtung

Inhalt

Die Studierenden lernen Verfahren zur Mikrostrukturierung für die Realisierung der Schnittstellen zwischen der Nano- und Makrowelt auf Basis unterschiedlicher Materialien und Prozesse kennen. Darüber hinaus werden die Möglichkeiten für die Steigerung der Integrationsdichte auf der Gehäuseebene (Package) behandelt.

Einsatzmöglichkeiten und Eigenschaften keramischer Mehrlagensubstrate (LTCC) für mikroelektronische und mikrofluidische Anwendungen (Biosensorik, Mikroreaktionstechnik) werden vermittelt.

Lehrinhalt:

1) Vertiefungsmodul Schaltungsträger-Technologie

- Dickschichttechnologie
- LTCC-Technologie
- Flexible Leiterplatten
- Dehnbare Elektronik
- Silizium/Keramik-Verbundsubstrate

2) Hochfrequenzschaltungsträger

- Materialien, Eigenschaften
- Integrierte Passive Komponenten
- Leitungselemente
- Entwurf
- Messverfahren

3) Sensorik/Aktorik

- Einsatzgebiete
- Sensorprinzipien
- Aufbau keramischer Sensoren/Aktoren
- Packaging von Sensoren

4) Keramiktechnologien für mikroelektronische und mikrofluidische Systeme

- Anforderungen und Eigenschaften
- Entwurf
- Technologien und Prozesse
- Applikationen

5) Entwurf- und Fertigungsprozesse in der Mikroelektronik

- Entwicklungsprozess
- Zuverlässigkeitsbetrachtungen
- Qualitätssicherung in der Fertigung

6) Mikro-Nano- und Photonische Integration

- Nanotechnologie in der Verbindungstechnik
- Optische Packages und Boards

7) Ausgewählte Applikationen

- Biomedizinische Implantate
- Fotovoltaik
- Solid State Lighting

Medienformen

Präsentationsfolien (Powerpoint und Overhead), Videoprojektion, Tafelbild für Berechnungen und Herleitungen

Literatur

Handbuch der Leiterplattentechnik Band 4, Eugen G. Leuze Verlag, Bad Saulgau, 2003, ISBN 3-87480-184-5.
Scheel, Wolfgang: Baugruppen-Technologie der Elektronik. Montage Verlag Technik, Berlin 1999.
Rao R. Tummala et al.: Microelectronics Packaging Handbook, Verlag Chapman & Hall, New York.

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ET

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ET

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ET

GHZ- u. THz-Elektronik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5632 Prüfungsnummer: 2100194

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2143

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0																					

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten erhalten einen Überblick zu wichtigen Entwicklungen auf dem Gebiet der GHZ- und THz-Elektronik. Sie werden mit den Kenngrößen, dem Aufbau und der Funktion wichtiger Bauelemente der GHZ- und THz-Elektronik vertraut gemacht. Die Studenten lernen die wichtigsten Transistoren für den Betrieb im GHZ- und THz-Bereich (z.B. High Electron Mobility Transistoren, Heterobipolartransistoren) kennen und sind in der Lage, die Funktionsweise dieser Bauelemente zu verstehen. Sie werden mit den Problemen der Signalverarbeitung bei extrem hohen Frequenzen vertraut gemacht und befähigt, zukünftige Trends in der GHZ- und THz-Elektronik kritisch zu bewerten.

Vorkenntnisse

Vorlesung Grundlagen der Elektronik

Inhalt

- Unterschiede zwischen GHZ-Elektronik und "normaler Elektronik"
- Anwendungen der GHZ- und THz-Elektronik
- Transistoren für den GHZ- und THz-Bereich (MESFETs, HEMTs, BJTs und HBTs, MOSFETs)
- Erzeugung und Verstärkung von GHZ- und THz-Signalen
- Zukünftige Trends (Die GHZ-Elektronik ist allgegenwärtig)

Medienformen

PowerPoint-Präsentation, Tafel, Skript (kompletter Satz der Folien aus der Vorlesung als PDF)

Literatur

- F. Schwierz and J. J. Liou, Modern Microwave Transistors, J. Wiley & Sons 2003
- M. Golio, The RF and Microwave Handbook, CRC Press 2001

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE
- Master Micro- and Nanotechnologies 2008
- Master Micro- and Nanotechnologies 2016

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5984

Prüfungsnummer: 2300216

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Steffen Strehle

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0							
Fakultät für Maschinenbau		Fachgebiet: 2342								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester			2 1 0							

Lernergebnisse / Kompetenzen

Es werden die systemspezifischen Randbedingungen für den Einsatz von MEMS diskutiert. Hierzu gehören insbesondere Zuverlässigkeitsanforderungen, Schnittstellen zur Makrowelt und Aufbau- und Verbindungstechniken. Dies geschieht an Beispielen von in unterschiedlichen Bereichen bereits kommerziell eingesetzten MEMS- Applikationen wie z.B. Drucksensoren oder Drehratensensoren. Die Studenten sollen in die Lage versetzt werden, neue Mikrosysteme anhand von Anforderungsprofilen zu planen und dabei ungeeignete Ansätze bereits frühzeitig auszusortieren.

Vorkenntnisse

Grundlagen-Kenntnisse in Mikrotechnik, Mikrosensorik und / oder Mikroaktork

Inhalt

- Applikationsfelder von MEMS - Randbedingungen für MEMS - Zuverlässigkeitsanforderungen - System-Konzepte: - mikromechanischer Sensor & Auswerteelektronik - Gehäuse als Systembestandteil - Kalibrierkonzepte: - Abgleich über die Auswerteelektronik - Beispiele - Zusammenfassung: Systemaspekte von MEMS

Medienformen

Präsentation, Skript der Präsentationsfolien, Tafelarbeit Seminar: Präsentation / schriftliche Zusammenfassung durch Teilnehmende

Literatur

G. Gerlach, W. Dötzel, Einführung in die Mikrosystemtechnik, Hanser-Verlag 2006 F. Völklein, T. Zetterer, Praxiswissen Mikrosystemtechnik, 2. Auflage, Vieweg 2006

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Maschinenbau 2009
 Master Maschinenbau 2011
 Master Maschinenbau 2014
 Master Maschinenbau 2017
 Master Mechatronik 2008
 Master Mechatronik 2014
 Master Mechatronik 2017
 Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Mikro- und Nanoanalytik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5626	Prüfungsnummer: 2100147
------------------	-------------------------

Fachverantwortlich: Dr. Gernot Ecke

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2142

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
							2	1	0																								

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, aus der Kenntnis der wichtigsten Parameter und Einsatzgebiete, der Vor- und Nachteile und der physikalischen Prinzipien der Mikro- und Nanobereichs-Analyseverfahren für die Lösung einer analytischen Aufgabe geeignete Verfahren auszuwählen. Die Studierenden sind fähig, oberflächenanalytische Aufgabenstellungen zu verstehen und auf die entsprechenden Analyseverfahren anzuwenden. Die Studierenden bewerten die Ergebnisse von Mikro- und Nanobereichs-Analysen kritisch und sind in der Lage, diese zu interpretieren.

Vorkenntnisse

Grundlagenkenntnisse in Physik, Elektrotechnik, Vakuumtechnik und Werkstoffkunde

Inhalt

Die Analyse von immer kleiner werden Mikro- und Nanostrukturen umfasst die atomar-chemische, strukturelle, morphologische, elektrische und optische Charakterisierung. Dazu wird die Probe meist mit energiereicher Strahlung angeregt oder mechanisch abgetastet. Viele der analytischen Verfahren gelangen bei der Anwendung in der Mikro- und Nanotechnologie an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Erst die Kombination mehrerer Analysemethoden bringt oft erst die gewünschte Aussagekraft. Die Kenntnis der Vor- und Nachteile der Analysemethoden, der dazu notwendigen Grundlagen, ihrer Leistungsparameter und Eigenschaften ist Voraussetzung für das Verstehen von Analyseergebnissen und für den optimalen Einsatz der Analytik und Diagnostik in der Technologie. Die Lehrveranstaltung liefert einen Überblick über die wichtigsten analytischen Methoden, die in der Mikro- und Nanotechnologie Anwendung finden. Sie stellt deren physikalische Prinzipien, ihre analytischen Möglichkeiten und Grenzen dar. Dabei wird großen Wert auf Praxisrelevanz gelegt. Die Lehrveranstaltung gliedert sich in folgende Schwerpunkte: 1. Einführung in die Mikro- und Nanoanalytik 2. Wechselwirkungen von Elektronenstrahlen mit Festkörpern 3. Analytische Verfahren, die mit Elektronensonde arbeiten 4. Wechselwirkung von Photonen mit Festkörpern 5. Analytische Verfahren, die mit Photonenprobe arbeiten 6. Wechselwirkungen von Ionenstrahlen mit Festkörpern 7. Analytische Verfahren, die mit Ionenprobe arbeiten 8. Rastersonden-Verfahren

Medienformen

Tafel Folien (Overhead) Die in der Vorlesung gezeigten Folien (Abbildungen) stehen im Netz.

Literatur

wird nicht angegeben (erst in der Lehrveranstaltung)

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE
- Master Micro- and Nanotechnologies 2008
- Master Optische Systemtechnik/Optronik 2014
- Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017
- Master Optronik 2008
- Master Optronik 2010

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Vertiefungsmodul

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU**Mikro- und nanostrukturierte Gläser**

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 6932

Prüfungsnummer: 2300337

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Edda Rädlein

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0																								
Fakultät für Maschinenbau		Fachgebiet: 2351																									
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																											
				2	1	0																					

Lernergebnisse / Kompetenzen

Fachkompetenz 70 %: Die Studierenden sind in der Lage, Werkstoffe und Bearbeitungsverfahren der Mikrotechnik für Anwendungen im Mechatronikbereich für unterschiedliche Gläser systematisch anzuwenden. Vertiefte Kenntnisse von Struktur- / Eigenschaftsbeziehungen ermöglichen die Analyse von Fertigungsprozessen und die Ableitung von Applikationen. Methodenkompetenz 20 %: Qualitätssicherung, systematische Entwicklung von Produkten, ökologische Technikbewertung Systemkompetenz 5 %: fachübergreifendes Denken Sozialkompetenz 5 %: Lernvermögen im Kollektiv, Flexibilität

Vorkenntnisse

- Physik, Chemie, Fertigungstechnik - Grundlagen der Werkstoffwissenschaften (BA)

Inhalt

- Begriffe, Begriffshierarchie der MST - Anforderungen der Fertigung mikrotechnischer Komponenten - Applikationen (Substrate, mechanische und optische Sensoren, Fluidikbauteile) - Technische und stoffliche Voraussetzungen - Ausgewählte werkstoffliche Grundlagen (Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, Kristallisation von Gläsern) - Einteilung Strukturierungsverfahren - Lithographiebasierend Verfahren - Beschichtungsprozesse - Ätzprozesse - Mechanische Verfahren - Laserstrahlverfahren

Medienformen

powerpoint-Folien

Literatur

[1] D. Hülsenberg et. al.: Microstructurieng of Glasses. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg, 2008 [2] W. Vogel: Glaschemie. 3. Auflage, Springer-Verlag, 1992 [3] G. Gerlach: Einführung in die Mikrosystemtechnik. Carl-Hanser Verlag, 2006

Detailangaben zum Abschluss**verwendet in folgenden Studiengängen:**

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Werkstoffwissenschaft 2010

Master Werkstoffwissenschaft 2011

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Vertiefungsmodul



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Mikro- und Nanosystemtechnik 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch und Englisch

Pflichtkenn.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5627

Prüfungsnummer: 2100196

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0																								
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		Fachgebiet: 2143																									
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																											
				2	1	0																					

Lernergebnisse / Kompetenzen

Students acquire an overview on basic and background of micro- and nanosystem technology, devices and fabrication technology. They acquire knowledge to understand original literature, to design and use micro devices.

Vorkenntnisse

Participation in the course "Micro and nano sensor technology"

Inhalt

- Requirements of micro- and nanotechnology;
- material properties and choice of materials;
- physical and engineering backgrounds of microsystem technology;
- fabrication and functionality of miniature sensors or actuators based on selected examples

Medienformen

Overhead projector, beamer, blackboard

Literatur

B. Heimann, W. Gerth, K. Popp: Mechatronik; Hanser Verlag München, 1998
 S. E. Lyschevski: Nano- and micromechanical systems, CRC Press, 2005
 Gerald Gerlach, Wolfram Dötzel, Einführung in die Mikrosystemtechnik, Hanser, München-Wien 2006
 G. Gerlach, W. Dötzel, Introduction to Microsystem Technology, Wiley & Sons, 2008
 W. Menz, J. Mohr, O. Paul, Mikrosystemtechnik für Ingenieure, Weinheim, Wiley-VCH, 3. Auflage (2005)
 U. Mescheder, Mikrosystemtechnik, Wiesbaden, Teubner, 2. Auflage (2004)
 M. Glück, MEMS in der Mikrosystemtechnik, Wiesbaden, Teubner (2005)
 Friedemann Völklein, Praxiswissen Mikrosystemtechnik : Grundlagen, Technologien, Anwendungen. Wiesbaden, Vieweg (2006)
 Friedemann Völklein, Einführung in die Mikrosystemtechnik : Grundlagen und Praxisbeispiele. Braunschweig, Vieweg (2000)
 Werner Karl Schomburg, Introduction to Microsystem Design, Springer, Berlin-Heidelberg 2015
 Nam-Trung Nguyen, Mikrofluidik, Teubner, Wiesbaden 2004
 Nguyen/Wereley, Fundamentals and Applications of Microfluidics, Artech House, Boston-London 2002

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017
- Master Micro- and Nanotechnologies 2008
- Master Micro- and Nanotechnologies 2013
- Master Micro- and Nanotechnologies 2016

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Vertiefungsmodul



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Nanokohlenstoff-Materialien

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5982

Prüfungsnummer: 2400234

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Scharff

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0							
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2425							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester			2 1 0							

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, aufgrund der erworbenen Kenntnisse über Nanokohlenstoff-Materialien und deren Chemie Einsatzfelder und Anwendungen der Materialien zu bewerten. Die Studierenden lernen Verfahren zur Synthese von Nanokohlenstoff-Materialien für die Realisierung technischer Prozesse auf der Basis unterschiedlicher Materialien und Prozesse kennen.

Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

Inhalt

Das Element Kohlenstoff ζ Graphit und Graphitintercalationsverbindungen - Graphitfolie - Graphitintercalationsverbindungen als Elektrodenmaterial in galvanischen Zellen - Graphitfasern und Kohlenstoffverbundwerkstoffe ζ Fullerene - Herstellung, Trennung und Charakterisierung von Fullerenen - Chemische Reaktivität von Fullerenen - Fullerenderivate (Präparation, Charakterisierung, Anwendung) ζ Kohlenstoff-Nanoröhren - Herstellung, Reinigung und Charakterisierung - Technische Anwendungen (bspw. H₂-Speicherung, Elektronenemitter...) ζ Technischer Kohlenstoff

Medienformen

Experimentalvorlesung, Folien, Beamer, Videos, Simulationen; Übungsserien, Folien aus der Vorlesung

Literatur

-Aktuelle Literatur -Hirsch, A., Brettreich, M.: Fullerenes. Wiley-VCH 2005 -Ebbesen, T.W.: Carbon Nanotubes. Crc Press 1996 -Zabel, H.: Graphit Intercalation Compounds. Springer-Verlag GmbH 1992

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Vertiefungsmodul



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Praktikum Oberflächencharakterisierung

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5977

Prüfungsnummer: 2400237

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jörg Kröger

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 38	SWS: 2.0							
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2424							
SWS nach Fach- semester	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
			0 0 2							

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten vertiefen die in den Fächern spektroskopische Diagnosemethoden und Rastersondenuntersuchungen behandelten Untersuchungsmethoden, zusätzlich zum Nanodiagnostik-Praktikum. Die erlernten Fähigkeiten umfassen sowohl die Durchführung von vertieften Untersuchungen als auch, basierend auf den erlernten physikalischen Grundlagen, die anschließende Auswertung und die Diskussion der erhaltenen Daten.

Vorkenntnisse

Bachelor Ingenieur- oder Naturwissenschaften

Inhalt

Durchführung und Bericht/Diskussion über die verschiedenen Untersuchungsmethoden: - XPS, UPS LEED, RHEED, AES, XAES - EXAFS, NEXAFS, SEXAFS - RBS, EDX, Massenspektrometrie, TDS

Medienformen

Praktikum: Versuchsanleitungen

Literatur

Versuchsanleitungen, diverse Literatur zu den Untersuchungsmethoden

Detailangaben zum Abschluss

Schein benotet

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Vertiefungsmodul



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Rastersondenuntersuchung

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5978

Prüfungsnummer: 2400238

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jörg Kröger

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 49	SWS: 1.0							
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2424							
SWS nach Fach- semester	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
			1 0 0							

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten lernen die Grundlagen rastersondenmikroskopischer Verfahren kennen und werden in die Lage versetzt, diese Techniken problemgerecht anzuwenden. Insbesondere sind sie in der Lage, diese ultramikroskopischen Techniken für Charakterisierung von technologischen Oberflächen und Strukturelementen in der Nanotechnologie einzusetzen und Meßaufgaben der Nanotechnologie mit adäquaten Rastersondentechniken zu lösen.

Vorkenntnisse

Bachelor Ingenieur- oder Naturwissenschaften

Inhalt

Methoden der Rastersondenmikroskopie: Grundlegende Prinzipien und verschiedene Ausführungen von Rastersondenmikroskopen, Erläuterung des Potentials der Methoden an beispielhaften Anwendungen, Topographische Darstellung und lokale Messung, Einzelmolekülmessung physikalischer, chemischer und biologischer Parameter, Auswahl geeigneter Proben, Limitierungen, Aktuelle Entwicklungstrends

Medienformen

Vorlesung (mit Powerpoint-Präsentation)

Literatur

Hietschold, Einführung in die Rastersondenmikroskopie, Teubner 1996

Detailangaben zum Abschluss

Fach wird geprüft im Rahmen des Moduls

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

ACHTUNG: Fach bzw. Modul wird nicht mehr angeboten!

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Vertiefungsmodul



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Softwarepakete der computergestützten Physik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 6014

Prüfungsnummer: 2400240

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Erich Runge

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0							
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2421							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester			2 1 0							

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden werden befähigt, Software-Pakete für spezifische Applikationen zielgerichtet auszuwählen und einzusetzen. Sie können fundiert abwägen, wann der Einsatz von Softwarepaketen sinnvoller ist als eigenständige Programmentwicklungen.

Vorkenntnisse

Grundverständnis, was Programmierung ist, Grundkenntnisse der Physik.

Inhalt

Wechselspiel des Einsatzes von Softwarepaketen und eigenständiger Programmentwicklung; Bedeutung der Benutzeroberfläche und Datenformate; Exemplarische Vorstellung gängiger Pakete aus folgenden Bereichen: Quantenchemie (Gaussian, VASP), Fluidodynamik (Fluent), Molekulardynamik (LAMMPS) und Elektrodynamik (FEMLab). In den Übungen wird der praktische Umgang mit einzelnen Paketen erlernt. Die Vorlesung ergänzt die Vorlesung "Simulation und Modellierung physikalischer Systeme", deren Besuch nachdrücklich empfohlen wird.

Medienformen

Computerübungen, Tafel, Beamer und evtl. Handouts

Literatur

Manuals der vorgestellten Softwarepakete, auch online

Detailangaben zum Abschluss

Fach wird geprüft im Rahmen der Modulprüfung Theoretische Physik, Numerik und Simulation.

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Technische Physik 2008

Master Technische Physik 2011

Master Technische Physik 2013

Entwicklungsgeschichte

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5980 Prüfungsnummer: 2400233

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2429

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
										2	1	0																								

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten werden in die Lage versetzt, die Grundlagen von Entwicklungsprozessen in einem allgemeinen naturwissenschaftlichen Zusammenhang zu verstehen und in Relation zu technischen Entwicklungen, vor allem im Hinblick auf das nanotechnologische bottom-up-Prinzip anzuwenden. Ziel der Lehrveranstaltung ist es die Studenten zu befähigen, die wichtigsten allgemeinen Aspekte von Evolutionsprozessen einzuordnen, die zugrundeliegenden Mechanismen in der Entwicklung mikro- und nanotechnischer Systeme zu berücksichtigen und nach Maßgabe der technologischen Konzepte vorteilhaft im Rahmen der Nutzung von Selbstorganisationsprinzipien anzuwenden.

Vorkenntnisse

Bachelorabschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

Inhalt

Entwicklung des Weltalls, Sternentstehung, Entstehung der chemischen Elemente, Moleküle im Weltall, Organisches Material im Weltall, Entstehung der Erde, Rolle des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik in der Evolution, Eigendynamik und Selbstorganisation, Selbstreplikation, Molekulare Informationsspeicherung, Molekulare Evolution, Molekulare Aspekte der Morphogenese, Evolutionsmechanismen

Medienformen

Vorlesung, Folien, Beamer

Literatur

W. Ebeling, R. Feistel: Physik der Selbstorganisation, Berlin 1986

Detailangaben zum Abschluss

Fachprüfung

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biotechnische Chemie 2016
Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Modul: Forschungspraktikum

Modulnummer: 6017

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Modulabschluss:

Lernergebnisse

Ziel des Moduls ist die Einführung der Studenten in die Forschungstätigkeit.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

Forschungspraktikum

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache: keine Angabe

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6018

Prüfungsnummer: 91301

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 7	Workload (h): 210	Anteil Selbststudium (h): 210	SWS: 0.0							
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2429							
SWS nach Fach- semester	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
			210 h							

Lernergebnisse / Kompetenzen

Das Forschungspraktikum dient der praktischen Einführung in die Bearbeitung eines eigenen Forschungsthemas auf dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien. Anhand eines vorgegebenen Themas lernt der Student geeignete Arbeitsmethoden auszuwählen, diese für die wissenschaftliche Untersuchung einzusetzen, die Ergebnisse auszuwerten, Schlussfolgerungen zu ziehen, die Ergebnisse in einem schriftlichen Bericht niederzulegen und mündlich darzustellen.

Vorkenntnisse

erfolgreicher Abschluss der Module, die im ersten und zweiten Fachsemester geprüft werden Abgeschlossenes Bachelorstudium im Bereich der Ingenieur- oder Naturwissenschaften

Inhalt

Während des Forschungspraktikums soll der Student die bereits erworbenen Kenntnisse zur Mikro- und Nanotechnologie bei seiner Mitarbeit an einem Forschungsvorhaben anwenden. Dazu arbeitet er in einer Arbeitsgruppe, die mikro- oder nanotechnologische Forschung betreibt. Er wird in dort in ein Forschungsprojekt eingeführt und leistet einen eigenen Beitrag, dessen Ergebnisse er in einer schriftlichen Belegarbeit niederlegt. Das Thema des Forschungspraktikums kann mit dem Aufgabengebiet der Masterarbeit im Zusammenhang stehen, kann aber auch in einem anderen Spezialgebiet angesiedelt sein.

Medienformen

Einführung in die selbstständige Forschungstätigkeit und Durchführung von Untersuchungen zu Mikro- und Nanotechnologien unter Anleitung

Literatur

projektspezifische Spezialliteratur

Detaillangaben zum Abschluss

Praktikumsbericht

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Modul: Masterarbeit mit Kolloquium

Modulnummer: 6019

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Im Rahmen der Masterarbeit bearbeiten die Studenten eigenständig ein Forschungsthema aus dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien und werden dabei durch einen Hochschullehrer/Dozenten betreut. Die Studenten sammeln Erfahrungen in der Formulierung der wissenschaftlichen Arbeitsaufgaben vor dem Hintergrund eines eigenständigen Studiums der Fachliteratur, wählen geeignete theoretische bzw. experimentelle Methoden und Gerichte; die Bearbeitung der Aufgabe aus und gewinnen wissenschaftliche Ergebnisse aus den eigenen Untersuchungen. Im Ergebnis werden Schlussfolgerungen gezogen, sodass durch die Bearbeitung des gestellten Themas die Fähigkeit zur eigenständigen wissenschaftlichen Forschungstätigkeit erworben oder gefestigt wird. Die Aufgabenstellung, die Methoden und Ergebnisse der Arbeit werden in einer schriftlichen Arbeit niedergelegt und in einem Vortrag und einer Diskussion vor

Voraussetzungen für die Teilnahme

Abschluss aller übrigen Module des Masterstudiums MNT

Detailangaben zum Abschluss

Masterarbeit

Fachabschluss: Masterarbeit schriftlich 6 Monate Art der Notengebung: Generierte Note mit
Sprache:keine Angabe Pflichtkennz.:Pflichtfach Turnus:ganzjährig

Fachnummer: 6020

Prüfungsnummer:99001

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 19	Workload (h):570	Anteil Selbststudium (h):570	SWS:0.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet:2429

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
										570 h																				

Lernergebnisse / Kompetenzen

Selbstständige Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien; Die Studierenden vertiefen in einem speziellen fachlichen Thema ihre bisher erworbenen Kompetenzen. Die Studierenden sollen befähigt werden, eine komplexe wissenschaftliche Problemstellung zu beurteilen und unter Anwendung der bisher erworbenen Theorie- und Methodenkompetenzen selbstständig zu bearbeiten, die Ergebnisse zu dokumentieren und Schlussfolgerungen zu ziehen. Abschließend ist diese Arbeit umfassend im Rahmen einer schriftlichen Arbeit zu dokumentieren.

Vorkenntnisse

Erfolgreicher Abschluss der Module aus den ersten drei Semestern einschließlich des Forschungspraktikums

Inhalt

Selbstständige Bearbeitung eines fachspezifischen wissenschaftlichen Themas unter Anleitung, darin eingeschlossen: - Problemanalyse - Erarbeitung des Literaturstandes - Aufstellung eines Arbeitsplanes - Einarbeitung in die zur Bearbeitung erforderlichen wissenschaftlichen Methoden - experimentelle und theoretische Bearbeitung des Themas - Erstellung der Masterarbeit

Medienformen

ausführliche schriftliche Arbeit

Literatur

- themengebietsspezifische Fachbücher - aktuelle Literatur aus den einschlägigen Fachzeitschriften

Detaillangaben zum Abschluss

schriftliche Masterarbeit

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Master Micro- and Nanotechnologies 2016

Masterkolloquium

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: keine Angabe

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 6022

Prüfungsnummer: 99002

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 90	SWS: 0.0																								
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2429																								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																											
				90 h																							

Lernergebnisse / Kompetenzen

Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation des Master-Themas und der Ergebnisse der eigenen wissenschaftlichen Tätigkeit vor einem Fachpublikum. Die Studenten werden befähigt, ihre Ergebnisse sinnvoll und verständlich zu präsentieren und den Erkenntnisfortschritt auszuweisen.

Vorkenntnisse

Erfolgreicher Abschluss der Module der ersten drei Semester und Durchführung der Untersuchungen zur Masterarbeit

Inhalt

Konzeption der Präsentation Erarbeitung der Präsentationsunterlagen und Wahl von Darstellungsformen für ein Fachpublikum mündliche Präsentation und anschließende Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Medienformen

Mündlicher Vortrag und Diskussion

Literatur

- themengebiete-spezifische Fachbücher - aktuelle Literatur aus den einschlägigen Fachzeitschriften

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2008

Master Micro- and Nanotechnologies 2013

Master Micro- and Nanotechnologies 2016

Glossar und Abkürzungsverzeichnis:

LP	Leistungspunkte
SWS	Semesterwochenstunden
FS	Fachsemester
V S P	Angabe verteilt auf Vorlesungen, Seminare, Praktika
N.N.	Nomen nominandum, Platzhalter für eine noch unbekannte Person (wikipedia)
Objekttypen lt. Inhaltsverzeichnis	K=Kompetenzfeld; M=Modul; P,L,U= Fach (Prüfung, Lehrveranstaltung, Unit)